

Thesis

TÜBINGEN

1967

Aus dem Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen

Direktor: Professor Dr. med. R. Bauer

Wachstum und Umbau des menschlichen Schädels im Alter von 12 Jahren bis zum Greisenalter

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Karl-Ludwig Eckstein
aus Nürnberg

1967

9193

LANE MEDICAL LIBRARY OF
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR ROAD
PALO ALTO, CALIFORNIA



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153524_0005

Aus dem Medizinischen Strahleninstitut der Universität Tübingen

Direktor: Professor Dr. med. R. Bauer

Wachstum und Umbau des menschlichen Schädels
im Alter von 12 Jahren bis zum Greisenalter

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Karl-Ludwig Eckstein
aus Nürnberg

1967

Dekan: Professor Dr. F. Lembeck

1. Berichterstatter: Professor Dr. H. Schmidt
2. Berichterstatter: Professor Dr. R. Bauer

Meinen lieben Eltern

Herrn Prof. Dr. H. Schmidt, der mir das Thema dieser Arbeit überlassen hat, gilt für seine Anregungen und seine verständnisvolle Förderung mein herzlicher Dank.

Außerdem danke ich Herrn Dr. C.Th. Ehlers (Medizinische Dokumentation der Chirurgischen Universitätsklinik, Direktor: Hofrat Prof. Dr. W. Dick) und Herrn W. Gulbinat (Institut für Medizinische Biometrie, Direktorin: Prof. Dr. Maria-Pia Geppert) für ihre statistische Beratung sowie dem Deutschen Rechenzentrum in Darmstadt für seine Berechnungen.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Einleitung	1
B. Methodik	2
I. Beobachtungsmaterial	2
II. Meßpunkte	3
a) am Hirnschädel	3
b) am Gesichtsschädel	4
III. Meßstrecken und Winkel	5
a) Strecken am Hirnschädel	5
b) Strecken am Gesichtsschädel	6
c) Winkel am Hirnschädel	6
d) Winkel am Gesichtsschädel	7
IV. Diskussion der Meßpunkte und -strecken	13
V. Erläuterung einzelner Winkel	17
VI. Berechnungen	18
C. Untersuchungsergebnisse	22
I. Tabellen mit dazugehöriger graphischer Darstellung	
a) Strecken am Hirnschädel	23
b) Winkel am Hirnschädel	38
c) Strecken am Gesichtsschädel	47
d) Winkel am Gesichtsschädel	54
e) Strecken und Winkel der Orbitagegend	56
II. Schematische Aufzeichnung der Veränderungen	63
a) männliche Altersgruppen gegeneinander	64
b) weibliche Altersgruppen gegeneinander	68
c) männliche und weibliche Altersgruppen kombiniert	72

	Seite
D. Diskussion	77
I. Hirnschädel	77
a) Kalotte	77
b) Schädelbasis	78
c) Vergleich mit Ergebnissen anderer Autoren	79
II. Gesichtsschädel	82
a) Obergesicht	82
b) Mandibula	83
c) Orbitagegend	83
E. Zusammenfassung	85
Literaturverzeichnis	86
Lebenslauf	

A. EINLEITUNG

Als Ergänzung der Untersuchungen des normalen Schädelbaues am Säugling und Kind von DOROTHEA ZIEGLER und CHRISTTRAUT LEHMANN anhand von Röntgenbildern im sagittalen Strahlengang, ist es von Interesse, auch die Veränderungen des Schädels im späteren Leben zu erforschen.

Die meisten Autoren, die sich bisher mit der radiologischen Craniometrie beschäftigten, untersuchten ihr Material im seitlichen Strahlengang. Ihr besonderes Augenmerk galt den Veränderungen der Sellagegend. Die letzten systematischen und ausführlichen Untersuchungen wurden am hiesigen Strahleninstitut (Direktor Prof. Dr. med. R. Bauer) und der Kinderklinik (Direktor Prof. Dr. med. K. Betke) gemacht. LUTZ und FREIESLEBEN vermaßen die Schädelaufnahmen von der Geburt bis zum 14. Lebensjahr, während D. LAUX und U. LAUX die Wachstumsänderungen am Erwachsenenschädel untersuchten. Sie gingen dabei ausführlich auf die Literatur, die sich mit seitlichen Aufnahmen beschäftigt, ein.

Dagegen sind die Veröffentlichungen über die Schädelentwicklung an Hand von Röntgenbildern im sagittalen Strahlengang recht spärlich und unzureichend. Lediglich BERGERHOFF, BERGERHOFF - HÖBLER beschäftigten sich etwas näher mit Maßen bei Frontalaufnahmen. SCHMIDT - FISCHER, sowie DÜRR setzten jeweils nur Maße in Beziehung zu pathologischen Veränderungen. SCHMID und FILTHUTH führten ihre Untersuchung nur bis zu einem Alter von 14 1/2 Jahren durch und schlossen das Erwachsenenalter aus.

Ebenso befaßt sich BRAUN bei seinen frontalen Röntgenfernaufnahmen nur mit pathologischem Gut bei 9 - 12jährigen.

Das Ziel der Arbeit ist, durch umfangreiche Messungen an Schädelröntgenaufnahmen im sagittalen Strahlengang die geringen Veränderungen am Erwachsenenschädel festzustellen, um damit gleichzeitig Normwerte von Schädelmaßen zu bekommen, die zum Vergleich mit pathologischen Aufnahmen herangezogen werden können.

Die Meßergebnisse werden dabei auf ihre Alters- und Geschlechtsabhängigkeit untersucht. Wegen der großen Anzahl der vermessenen Röntgenbilder wurden die Meßergebnisse von KARL-LUDWIG ECKSTEIN und KRISTA WEISS gemeinsam erarbeitet. KRISTA WEISS wird sich in einer eigenen Veröffentlichung mit dem untersuchten Material weiter beschäftigen.

B. METHODIK

I. BEOBACHTUNGSMATERIAL

Zusammen mit K. WEISS wurden 715 frontale Röntgenaufnahmen von Schädeln aus dem Archiv der Röntgenabteilung der chirurgischen Universitätsklinik (Direktor: Hofrat Prof. Dr. med. W. Dick) vermessen. Sie sind in die folgenden Altersgruppen und nach Geschlechtern gegliedert:

Altersgruppe	Lebensalter	Stichzeit	Anzahl d. Aufn.	
			männl.	weibl.
1	12 - 15 Jahre	13 Jahre	66	44
2	16 - 20 "	19 "	32	45
3	21 - 50 "	30 "	111	133
4	51 - 70 "	60 "	88	101
5	über 70 "	77 "	48	47

Angegeben werden die auf den Röntgenaufnahmen gemessenen Längen, die wegen der zentralen Projektion größer sind als die realen Werte. Die realen Maße lassen sich nicht wie bei seitlichen Aufnahmen, bei denen nur die Medianebene betrachtet wird, durch einen Umrechnungsfaktor bestimmen; denn die einzelnen Punkte, Strecken und Winkel liegen in verschiedenen Ebenen des Schädels. Projektionsbedingt können lediglich Verkürzungen, nicht aber Verlängerungen von Strecken vorkommen. Zur Kritik an Streckenmessungen sei auf die Arbeit "Die okzipitale Dysplasie" von H. SCHMIDT - E. FISCHER (1960) verwiesen. Ebenso siehe auch EVA MARIA DÜRR (1963). Ein Vergleich von Ergebnissen ist nur möglich bei gleichen Aufnahmebedingungen. Selbstverständlich werden durch die Aufnahmetechnik die Realmaße stets verlängert.

Die Überlegenheit von Winkeln gegenüber Strecken wurde von BERGERHOFF (1952) herausgearbeitet. Liegen die Winkelschenkel parallel zur Filmebene, so ist die Größendarstellung unabhängig vom Brennfleck-Film-Abstand. Außerdem wird durch mögliche Verkantungen das Winkelmaß nicht wesentlich beeinflusst.

(FISCHER 1963). Trotzdem wurden stark verkantete Aufnahmen nicht in die Stichproben aufgenommen.

Die Röntgenaufnahmen stammen aus den Jahren 1959 - 1964. Die Schädelübersichtsaufnahmen wurden im postero-anterioren Strahlengang angefertigt, so daß die Deutsche Horizontale (Porus acusticus externus-unterer Orbitalrand) senkrecht zur Tischebene stand. Der Brennfleck-Film-Abstand betrug jeweils 100 cm.

Die Streckenmaße werden in Millimetern und die Winkelmaße in Winkelgraden angegeben.

II. MESSPUNKTE

a) am Hirnschädel (Abb.: 1, 2)

S	=	medianer Höhenpunkt
C	=	Crista galli-Punkt
MSt	=	medianer Stephanionpunkt
MB	=	medianer Breitenpunkt
Pl	=	medianer Pyramidenpunkt
Mv	=	medianer Biventerpunkt
Br	=	rechter Breitenpunkt
Bl	=	linker Breitenpunkt
Vr	=	rechter Biventerpunkt
Vl	=	linker Biventerpunkt
Str	=	rechter Stephanionpunkt
Stl	=	linker Stephanionpunkt
Sur	=	rechter Schläfenbasispunkt
Sul	=	linker Schläfenbasispunkt
Pir	=	rechter Höhenpunkt
Pil	=	linker Höhenpunkt
Pmr	=	rechter Pyramidenpunkt
Pml	=	linker Pyramidenpunkt
Lpr	=	rechter Höhenlotpunkt auf der Biventerebene
Lpl	=	linker Höhenlotpunkt auf der Biventerebene
Fpr	=	rechter Stephanionlotpunkt auf der Biventerebene
Fpl	=	linker Stephanionlotpunkt auf der Biventerebene

Phr	=	rechter	Parietalwölbungspunkt
Phl	=	linker	

b) am Gesichtsschädel (Abb.: 1, 2, 4)

Gn	=	Gnathion	
Mmx	=	medianer Maxillarpunkt	
Mmd	=	medianer Mandibularpunkt	
Par	=	rechter	Kiefergelenkspunkt
Pal	=	linker	
Mxr	=	rechter	Maxillarpunkt
Mxl	=	linker	
Mdr	=	rechter	Mandibularpunkt
Mdl	=	linker	
Bpr	=	rechter	Kiefergelenkslotpunkt
Bpl	=	linker	
Me	=	medianer Ethmoidalpunkt	
Mo	=	medianer Interorbitalpunkt	
Er	=	rechter	Ethmoidalpunkt
El	=	linker	
Or	=	rechter	äußerer Orbitalpunkt
Ol	=	linker	
Sbr	=	rechter	innerer Orbitalpunkt
Sbl	=	linker	
Dpr	=	rechter	Orbitadachpunkt
Dpl	=	linker	

III. MESSSTRECKEN UND WINKEL

a) Strecken am Hirnschädel (Abb.: 1, 2)

MV	-	Vr	rechte	Biventerstrecke
MV	-	Vl	linke	
MV	-	Fpr	rechte	Stephanionlotstrecke
MV	-	Fpl	linke	
MV	-	Lpr	rechte	Höhenlotstrecke auf der Biventerebene
MV	-	Lpr	linke	
S	-	C	mediane	Kalottenhöhe
C	-	MV	Keilbein -	Biventerhöhe
Pir	-	Lpr	rechtes	Höhenlot
Pil	-	Lpl	linkes	
Pmr	-	Lpr	rechte	Pyramidenhöhe
Pml	-	Lpl	linke	
Str	-	Fpr	rechtes	Stephanionlot
Stl	-	Fpl	linkes	
MSt	-	Str	rechte	Stephanionbreite
MSt	-	Stl	linke	
Br	-	MB	rechte	Schädelbreite
Bl	-	MB	linke	
Pmr	-	Pl	rechte	Pyramidenbreite
Pml	-	Pl	linke	
S	-	Br	rechte	Schläfensekante
S	-	Bl	linke	
S	-	Sur	rechte	Schläfenbasissekante
S	-	Sul	linke	
S	-	Vr	rechte	Biventerschräge
S	-	Vl	linke	
Phr	-	Br/S	rechte	Parietalwölbung
Phl	-	Bl/S	linke	

b) Strecken am Gesichtsschädel (Abb.: 1, 2, 4)

C	-	Gn	Gesichtshöhe
C	-	Mmx	mediane Obergesichtshöhe
C	-	Mmd	anguläre Gesichtshöhe
Par	-	Bpr	rechte Mandibularhöhe
Pal	-	Bpl	linke Mandibularhöhe
Mmr	-	Mmx	rechte Maxillarbreite
Mml	-	Mmx	linke Maxillarbreite
Mdr	-	Mmd	rechte Angulusbreite
Mdl	-	Mmd	linke Angulusbreite
Bpr	-	Gn	rechte Mandibularbreite
Bpr	-	Gn	linke Mandibularbreite
Er	-	Me	rechte Etmoidalbreite
El	-	Me	linke Etmoidalbreite
Or	-	Mo	rechte Augengesichtsbreite
Ol	-	Mo	linke Augengesichtsbreite
Sbr	-	Mo	rechte Interorbitalbreite
Sbl	-	Mo	linke Interorbitalbreite
Dpr	-	Mxr	rechte Obergesichtshöhe
Dpl	-	Mxl	linke Obergesichtshöhe
Dpr	-	Or/Mo	rechte obere Orbitalhöhe
Dpl	-	Ol/Mo	linke obere Orbitalhöhe

c) Winkel am Hirnschädel (Abb.: 1, 2, 3, 5)

Br-S-C	=	rechter Breitenpunkt-medianer Höhenpunkt-Crista galli-Punkt
Sur-S-C	=	rechter Schläfenbasispunkt-medianer Höhenpunkt-Crista galli-Punkt
Vr-S-C	=	rechter Biventerpunkt-medianer Höhenpunkt-Crista galli-Punkt
Bl-S-C	=	linker Breitenpunkt-medianer Höhenpunkt-Crista galli-Punkt
Sul-S-C	=	linker Schläfenbasispunkt-medianer Höhenpunkt-Crista galli-Punkt
Vl-S-C	=	linker Biventerpunkt-medianer Höhenpunkt-Crista galli-Punkt

S-Br-Vr	=	medianer Höhenpunkt-rechter Breitenpunkt-rechter Biventerpunkt
S-Bl-Vr	=	medianer Höhenpunkt-linker Breitenpunkt-linker Biventerpunkt
Br-Vr-Lpr	=	rechter Breitenpunkt-rechter Biventerpunkt-rechter Höhenlotpunkt auf der Biventerebene
Bl-Vl-Lpl	=	linker Breitenpunkt-linker Biventerpunkt-linker Höhenlotpunkt auf der Biventerebene
S-Mv-Vr	=	medianer Höhenpunkt-medianer Biventerpunkt-rechter Biventerpunkt
Sur-Mv-Vr	=	rechter Schläfenbasispunkt-medianer Biventerpunkt-rechter Biventerpunkt
Sur-Mv-Vl	=	linker Schläfenbasispunkt-medianer Biventerpunkt-linker Biventerpunkt
		Orbitadachwinkel rechts
		Orbitadachwinkel links
		Keilbeinflügelwinkel rechts
		Keilbeinflügelwinkel links
		Linea innominata-Winkel rechts
		Linea innominata-Winkel links
		Pyramidenwinkel rechts
		Pyramidenwinkel links

d) Winkel am Gesichtsschädel (Abb.: 1, 2, 3)

Mxr-C-Mmx	=	rechter Maxillarpunkt-Crista galli-Punkt-medianer Maxillarpunkt
Mxl-C-Mmx	=	linker Maxillarpunkt-Crista galli-Punkt-medianer Maxillarpunkt
Par-Gn-C	=	rechter Kiefergelenkspunkt-Gnathion-Crista galli-Punkt
Pal-Gn-C	=	linker Kiefergelenkspunkt-Gnathion-Crista galli-Punkt

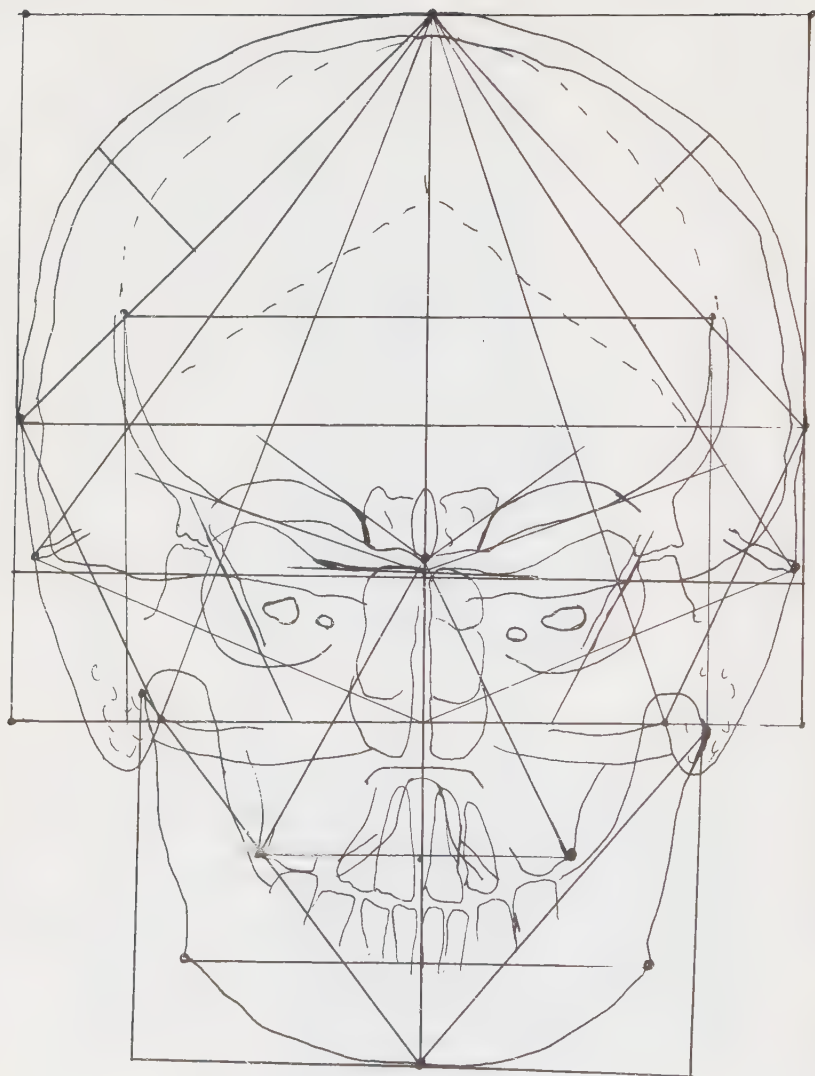


Abb. 1

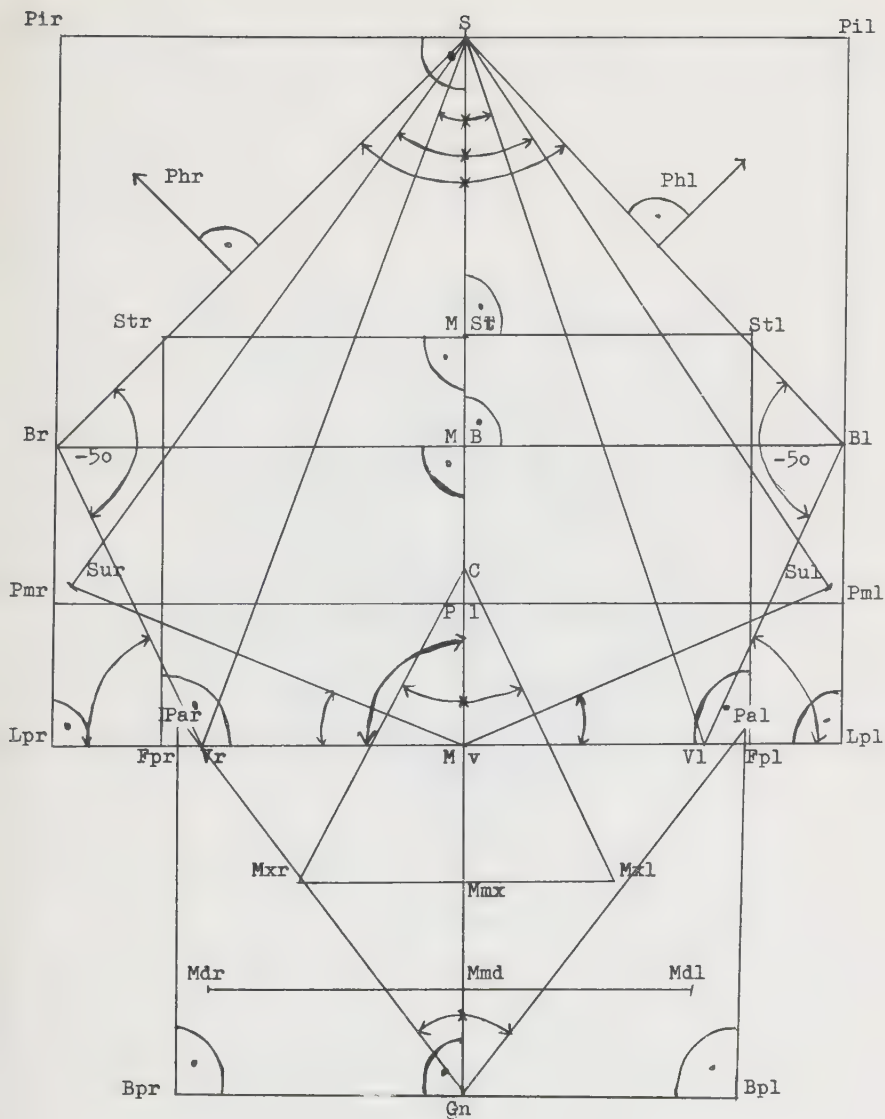


Abb. 2

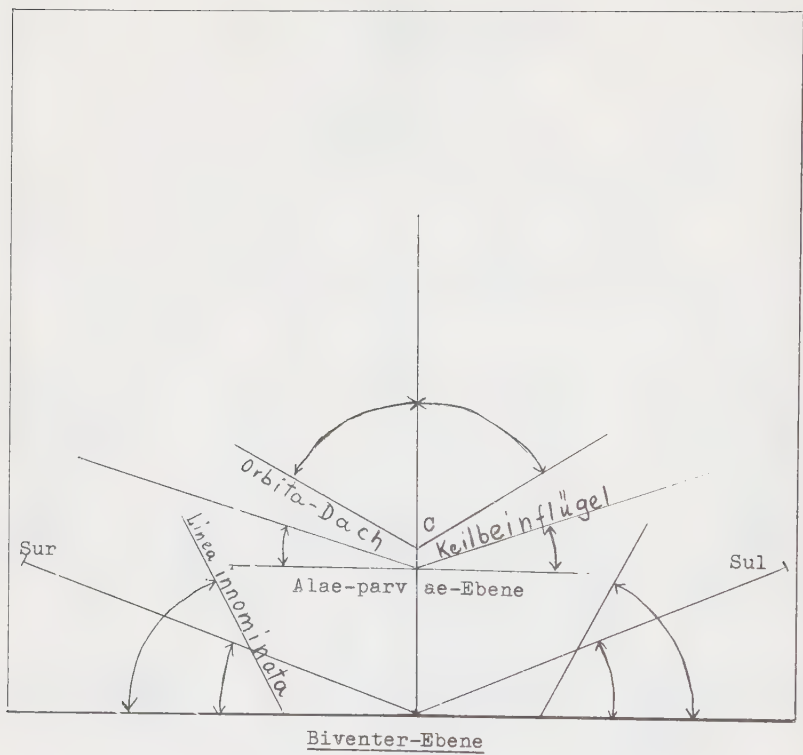


Abb. 3

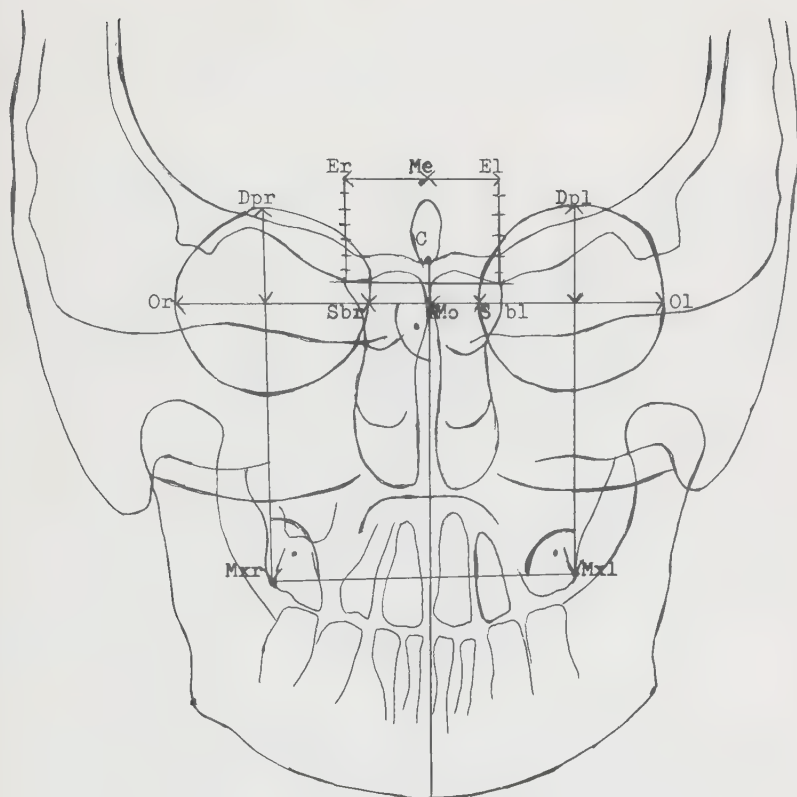
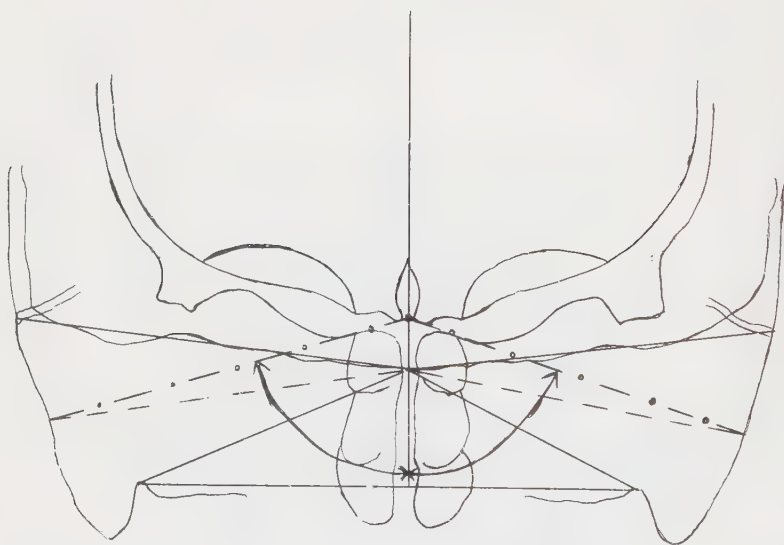


Abb. 4



Pyramiden-Winkel

Abb. 5

IV. DISKUSSION DER MESSPUNKTE UND MESSSTRECKEN

1. Medianer Höhenpunkt: Er ist der höchste Punkt der Schädelkalotte und gleichzeitig der Punkt, in welchem die Sagittalnaht die Schädelhöhe erreicht. Diese Naht kann zweifach zu sehen sein. Das ist dadurch bedingt, daß sich ihr hinterer und vorderer Anteil nicht decken. Es wird stets der höchste Punkt aufgesucht. Er wird wie alle anderen Punkte, die an der Kalotte liegen, an der lamina externa eingezeichnet. Er ist nicht unbedingt mit dem Bregma der Anthropologen identisch (MARTIN-SAILER).

2. Crista galli-Punkt: Anatomisch stellt die Crista galli einen Knochenkamm dar, der in der Mitte des Siebbeines liegt. Dieses gehört zur vorderen Schädelgrube. Im Röntgenbild zeigt sich die crista galli als tropfenförmiges Gebilde, das zwischen den orbitae in ihrem oberen Anteil liegt und das über dem septum nasi aufsteigt. Hinter ihr projiziert sich zarter das dorsum sellae. Der Meßpunkt wird am Eintritt der crista galli in die Siebbeinplatte angenommen, da der Übergang der crista galli in die lamina perpendicularis nicht immer deutlich zu unterscheiden ist. Er ist also ein Bezugspunkt an der Basis der vorderen Schädelgrube. Der mediane Höhenpunkt wird mit ihm verbunden, wodurch die Median-sagittale durch den Hirnschädel entsteht, die als Kalottenhöhe bezeichnet wird.

3. Breitenpunkte: Es sind die am weitesten lateral gelegenen Punkte des Hirnschädels. Die Strecke von einem Punkt zum anderen entspricht dem anthropologischen Euryon (MARTIN-SALLER). Sie wird durch den medianen Breitenpunkt, der auf der medianen Kalottenhöhe liegt, in die rechte und linke Schädelbreite unterteilt. Die Verbindung dieser Punkte mit dem medianen Höhenpunkt ergibt die Schläfensekante.

4. Pyramidenpunkte: Anatomisch bilden die Schläfenbeinpyramiden mit ihrer facies anterior die dorsale Begrenzung der mittleren und mit ihrer facies posterior die vordere Begrenzung der hinteren Schädelgrube. Sie verlaufen von der Mitte der Schädelbasis schräg nach seitlich hinten. Die scharfe Kante, der *margo superior*, markiert die Höhe und bildet die Grenze zwischen mittlerer und hinterer Schädelgrube. Im Röntgenbild projizieren sich die Pyramiden in die orbitae. Sie laufen ebenfalls schräg vom medialen Orbitarand zur seitlichen Orbitawand nach oben. Die Pyramidenachse ist durch die höchsten Punkte der Pyramiden in den orbitae gelegt. Die Punkte, in welchen diese eine auf der unten beschriebenen Biventerebene errichtete Senkrechte schneidet, sind die Pyramidenpunkte. Der Schnittpunkt mit der medianen Kalottenhöhe ist der mediane Pyramidenpunkt. Die sich ergebenden beiden Strecken sind die Pyra-

midenbreiten. Die Entfernung der Pyramidenpunkte zu den Höhenlotpunkten ergibt die Pyramidenhöhe.

5. Biventerpunkte: Diese Punkte liegen auf einer Ebene, welche ihren Namen von dem musculus biventer hat, dessen Ursprung in der incisura mastoidea ossis temporalis liegt. Die Biventerpunkte werden im Röntgenbild an der medialen Begrenzung des processus mastoideus aufgesucht. Diese Begrenzung wird nach oben weiter verfolgt, bis sich ein Schnittpunkt mit dem Schlagschatten der pars lateralis ossis occipitalis ergibt. Dieser ist als deutliche Kontur unterhalb dem unteren Orbitalrand zu erkennen. Die Punkte lassen sich zuverlässig einzeichnen. Die Verbindung beider Punkte ergibt die Biventerebene. Auf ihr werden mehrere Senkrechten errichtet, welche Meßstrecken am Hirnschädel ergeben. Die Strecken zwischen den Biventerpunkten und dem medianen Höhenpunkt werden Biventerschrägen genannt.

6. Höhenlotpunkte auf der Biventerebene: Auf der Biventerebene werden Senkrechten errichtet, die durch die Breitenpunkte gehen. Die Schnittpunkte mit der Biventerebene ergeben die Höhenlotpunkte.

7. Stephanionpunkte: In der Anthropologie wird der Kreuzungspunkt der Kranznaht mit der linea temporalis als Stephanion bezeichnet (MARTIN-SALLER). Dieser Punkt ist im Röntgenbild oft schwer, wenn überhaupt zu erkennen und läßt sich deshalb nicht immer verlässlich einzeichnen. Er wird an der Stelle angenommen, an welcher eine vom Dach der Orbita nach lateral aufsteigende Kontur des großen Keilbeinflügels spitz zuläuft und die Kranznaht an der Schädelinnen-seite schneidet. Oft ist entweder die Kranznaht oder die beschriebene Kontur nicht richtig zu erkennen. Die Punkte liegen durchaus nicht immer auf gleicher Höhe. Von ihnen aus fallen wir einzeln das Lot auf die mediane Kalottenhöhe. Diese Schnittpunkte ergeben die medianen Stephanionpunkte. Die entstandenen Strecken werden als Stephanionbreiten bezeichnet.

8. Schläfenbasispunkte: Sie finden sich an der seitlichen Kontur des Schädels, etwa dort wo die Pyramidenkonturen aufhören, bzw. etwas unterhalb davon. An dieser Stelle ist im Pyramidenschatten eine Naht zu erkennen, die der sutura squamosa entspricht und somit eine Grenzlinie des Schläfenbeines ist. Ihr unterster Punkt stellt also die Schläfenbasis dar. Sie ist je nach Verknöcherung mehr oder weniger deutlich, wenn überhaupt zu erkennen. Die Strecken zwischen diesen Punkten und dem medianen Höhenpunkt ergeben die Schläfenbasissekan-ten. Das Asterion der Anthropologen ist nicht identisch mit dem Schläfenbasispunkt (MARTIN-SALLER).

9. Höhenpunkte: Wenn der mediane Höhenpunkt festliegt, wird er mit dem Crista galli-Punkt verbunden. Diese Strecke wird als mediane Kalottenhöhe be-

zeichnet. Auf ihr wird sodann im medianen Höhenpunkt das Lot gefällt und nach den Seiten hin verlängert. Die Schnittpunkte der Lote auf die Biventerebene durch die Breitenpunkte mit dem Lote durch den medianen Höhenpunkt ergeben die Höhenpunkte. Die entstandenen Strecken werden als rechtes und linkes Höhenlot bezeichnet.

10. Stephanionlote auf der Biventerebene: Von den Stephanionpunkten werden Lote auf die Biventerebene gefällt, die die genannten Punkte ergeben. Die entstandenen Strecken werden als Stephanionlote bezeichnet. Die Strecken zum medianen Biventerpunkt werden Stephanionlotstrecken genannt.

11. Medianer Biventerpunkt: Die mediane Kalottenhöhe wird bis zur Biventerebene verlängert. Der entstandene Schnittpunkt ist der mediane Biventerpunkt. Die durch diesen Punkt und den Crista galli-Punkt begrenzte Strecke wird als Keilbeinbiventerhöhe bezeichnet. Die Strecken zwischen dem medianen Biventerpunkt und den Biventerpunkten werden als Biventerstrecken bezeichnet.

Die Entfernung vom medianen Biventerpunkt zu den Höhenlotpunkten ergeben die Höhenlotstrecken. Der mediane Biventerpunkt deckt sich nicht immer mit dem Schnittpunkt der Gesichtshöhe auf der Biventerebene. Es gibt keine durch Hirn- und Gesichtsschädel gerade durchlaufende Mediansagittale. Die Mediansagittale des Gesichtsschädels wird durch andere Punkte definiert. Es kann also ein Achsenknick zwischen Hirn- und Gesichtsschädel bestehen.

12. Parietalwölbung: Von dem am weitesten von der Schläfensekante entfernten Punkt der Kalottenwölbung wird das Lot auf die Schläfensekante gefällt. Die Länge der Strecke wird als Parietalwölbung bezeichnet.

13. Maxillarpunkte: Sie liegen lateral an der Maxilla, dort wo die Zähne aus den Alveolen treten. Auch wenn keine Zähne mehr vorhanden sind, sind die Punkte doch immer an den untersten seitlichen Spitzen der atrophischen Alveolen zu suchen. Die Maxillarpunkte werden miteinander verbunden und ergeben durch die Gesichtshöhe unterteilt die rechte und linke Maxillarbrette. Diese ist eine wichtige Ebene für Messungen am Obergesicht. Der Schnittpunkt mit der Gesichtshöhe ergibt den medianen Maxillarpunkt. Die Entfernung vom Crista galli-Punkt zu ihm ergibt die mediane Obergesichtshöhe.

Die Mandibula ist für Messungen am Gesicht nicht sehr zuverlässig, da der exakte und gleichmäßige Kieferschluß nie gewährleistet ist.

14. Mandibularpunkte: Diese Punkte entsprechen dem angulus mandibulae. Es sind diejenigen Punkte, in denen das corpus mandibulae mit scharfem Knick in die rami übergeht. Im Röntgenbild sind sie stets deutlich zu sehen. Sie werden miteinander verbunden. Der Schnittpunkt mit der Gesichtshöhe ist der

mediane Mandibularpunkt. Die sich so ergebenden Streckenabschnitte bilden die Angulusbreiten. Die Entfernung des medianen Mandibularpunktes zum Crista galli-Punkt ist die anguläre Gesichtshöhe. Die Mandibularpunkte sind mit dem anthropologischen Gonion identisch (MARTIN-SALLER).

15. Kiefergelenkspunkte: Die Kontur des ramus mandibulae wird bis zu den Kieferköpfchen verfolgt. Diese sind nicht immer leicht zu erkennen, da sie durch die Schatten der processus mastoidei verdeckt sind. Die lateralsten Punkte der Kieferköpfchen werden aufgesucht. Sie stellen die Kiefergelenkspunkte dar.

16. Kiefergelenkslotpunkte: Auf der Gesichtshöhe wird im Gnathion ein Lot errichtet und nach beiden Seiten verlängert. Auf diese Linie werden von den Kiefergelenkspunkten Lote gefällt, welche die Kiefergelenkslotpunkte ergeben. Als Strecken ergeben sich die rechte und die linke Mandibularhöhe. Die Entfernung von diesen Punkten zum Gnathion entspricht der Mandibularbreite.

17. Gnathion: Das Gnathion ist ein schon aus der Anthropologie bekannter Punkt (MARTIN-SALLER). Er liegt in der Mitte des Unterkieferrandes. Mit dem Crista galli-Punkt verbunden, ergibt er die Mediansagittale des Gesichtes oder die Gesichtshöhe. Diese kann jedoch nicht als eigentliche Gesichtshöhe gedeutet werden, da der Punkt je nach Kieferschluß höher oder tiefer liegen kann.

18. Äußere Orbitalpunkte: Sie werden an den am weitesten nach lateral reichenden Punkten des Orbitalrandes eingezeichnet.

19. Interorbitalpunkt: Von den äußeren Orbitalpunkten werden Lote auf die Gesichtshöhe gelegt. Sie ergeben den medianen Interorbitalpunkt und die Augengesichtsbreite.

20. Innere Orbitalpunkte: Sie ergeben sich aus den Schnittpunkten der Augengesichtsbreite mit dem medialen Orbitalrand. Der Abstand zum medianen Interorbitalpunkt gibt ein Maß für die Interorbitalbreite. Gleichzeitig ist er ein Maß für die Breite des Siebbeines auf der Höhe der Augengesichtsbreite.

21. Ethmoidalpunkt: Im oberen Anteil der Orbita läßt sich die Kontur des kleinen Keilbeinflügels erkennen. Der untere Rand beider Seiten wird miteinander verbunden. Dabei entsteht die Alae parvae-Ebene. Da wo die Linie beidseitig dem kleinen Keilbeinflügel tangential anliegt, liegen die Ethmoidalpunkte.

22. Medianer Ethmoidalpunkt: Er ist der Schnittpunkt der Alae parvae-Ebene mit der Gesichtshöhe. Die Entfernung von diesem Punkt zu den beiden Ethmoidalpunkten ergeben die Ethmoidalbreiten.

23. Orbitadachpunkte: Sie entsprechen den höchsten Punkten des Orbitadaches. Von ihnen wird das Lot auf die Maxillarbreite gefällt. Diese Strecke wird als rechte und linke Obergesichtshöhe vermessen. Die Lote durch die Orbitadachpunkte auf die Augengesichtsbreite ergeben die oberen Orbitalhöhen.

V. ERLÄUTERUNGEN EINZELNER WINKEL

1. Lineae innominata-Winkel: Die lineae innominata ist eine schräg durch die orbita verlaufende Linie, die sich scharf abzeichnet und durch die schrägverlaufende Projektion des großen Keilbeinflügels bedingt ist. Gemessen wird der spitze Winkel, den die lineae innominata mit der Biventerebene bildet.
2. Pyramidenachsenwinkel: Er wird wie folgt konstruiert: Die Schläfenbasispunkte werden mit dem medianen Ethmoidalpunkt verbunden, ebenso die Biventerpunkte. Die zwischen den Verbindungsstrecken entstandenen Winkel auf beiden Seiten werden halbiert. Die Schnittpunkte der Winkelhalbierenden mit der Kalotte werden mit dem Crista galli-Punkt, der sich in die Mitte zwischen die beiden processus clinoidi projiziert, verbunden. Vermessen werden als Pyramidenachsenwinkel die Winkel zwischen diesen letztgenannten Strecken und der Verlängerung der medianen Kalottenhöhe nach unten (SCHMIDT-FISCHER u.s. Abb. 5).
3. Orbitadachwinkel: Vom Crista galli-Punkt werden die Tangenten an die orbitae gelegt. Die Winkel, die sich mit der medianen Kalottenhöhe nach oben bilden, sind die Orbitadachwinkel.
4. Keilbeinflügelwinkel: Vom medianen Ethmoidalpunkt werden nach rechts und nach links die Tangenten an den oberen Rand des kleinen Keilbeinflügels - im Keilbein verlaufend - gelegt. Der Winkel zwischen dieser Tangente und der Alae parvae-Ebene wird beidseitig vermessen.

VI. BERECHNUNG

Mit Hilfe einer zweifachen Varianzanalyse werden die Abhängigkeit der verschiedenen Variablen von Alter und Geschlecht untersucht. Dabei wird folgendes Modell aufgestellt:

$$x_{\alpha\beta 1} = \mu + \mu_{\alpha}^G + \mu_{\beta}^A + \mu_{\alpha\beta}^{AG} + e_{\alpha\beta 1}$$

Griechische Indizes charakterisieren die Faktoren (Alter, Geschlecht), während der lateinische Index die Versuchswiederholung bezeichnet.

Geschlecht : $\alpha = 1, 2$

Altergruppen: $\beta = 1, 2, \dots, 5$

$1 = 1, 2, \dots, n_{\alpha\beta}$

Die festen Faktoren sind 'Alter' und 'Geschlecht', wobei die Besetzungszahlen $n_{\alpha\beta}$ verschieden groß sind. Es wird folgendes vorausgesetzt:

$[e_{\alpha\beta 1}]$ sind unabhängig normal verteilt mit Mittel-

wert Null und Varianz σ^2

und außerdem:

$$\sum_{\alpha} w_{\alpha} \mu_{\alpha} = \sum_{\beta} v_{\beta} \mu_{\beta} = 0$$

$$\sum_{\alpha} w_{\alpha} \mu_{\alpha\beta} = \sum_{\beta} v_{\beta} \mu_{\alpha\beta} = 0$$

$$\sum_{\alpha} w_{\alpha} = \sum_{\beta} v_{\beta} = 1$$

Dabei sind μ_{β}^A bzw. μ_{α}^G die Haupteffekte bezüglich Alter und Geschlecht und $\mu_{\alpha\beta}^{AG}$

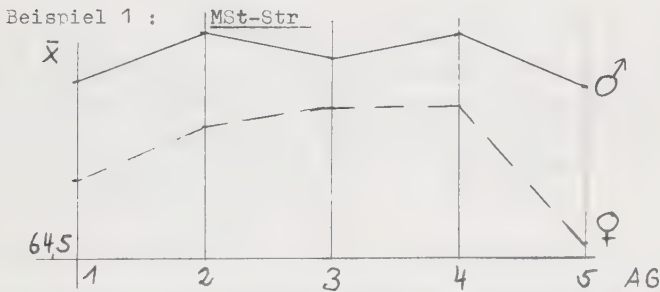
die Wechselwirkungen zwischen Alter und Geschlecht. Das bedeutet folgendes:
Der Haupteffekt des Faktors

'Geschlecht' μ_{α}^G

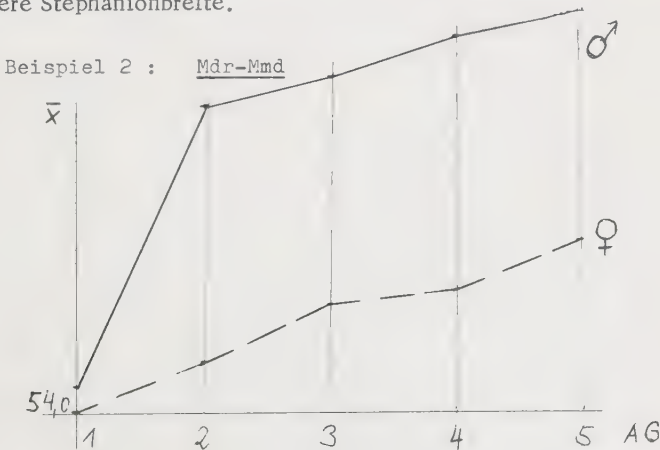
gibt an, um wieviel sich der Mittelwert einer Variablen bei den Männern und Frauen vom gesamten Mittelwert dieser Variablen unterscheidet. Analog gibt der Haupteffekt für den Faktor

$$\text{'Alter } \mu_{\beta}^A \text{'}$$

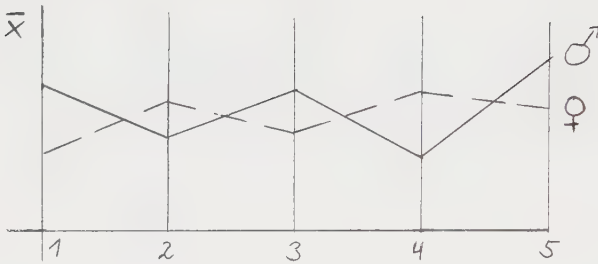
an, inwieweit der Mittelwert einer Variablen einer bestimmten Altersgruppe sich vom gesamten Mittelwert unterscheidet. Wechselwirkungen treten dann auf, wenn bei einem Zusammentreffen einer bestimmten Altersgruppe mit einer bestimmten Geschlechtsgruppe die Differenz zwischen dem entsprechenden Mittelwert und dem Mittelwert dieser Altersgruppe vom Haupteffekt der zugehörigen Geschlechtsgruppe abweicht.



Haupteffekt 'Geschlecht': Die Frauen haben unabhängig von der Altersgruppe eine kleinere Stephanionbreite.



Beispiel 3 : Strecke a-b



Haupteffekte und Wechselwirkungen kombiniert: Im Mittel ist die Mandibularbreite der Männer in allen Altersgruppen gegenüber der der Frauen erhöht. Dies ist jedoch in den einzelnen Altersgruppen verschieden stark ausgeprägt. Hier weicht die erste Altersgruppe in starkem Maße von den übrigen ab.

Beispiel für 'Wechselwirkungen ohne Haupteffekt': Dieser Fall kommt in unserem Material nicht vor. Wir wählen deshalb willkürlich eine Strecke a - b zur Demonstration. Die Strecke a - b sei bei den Männern im Mittel (über die Altersgruppen gemittelt) genau so groß wie bei den Frauen. In den einzelnen Altersgruppen unterscheiden sich jedoch die Strecken a - b der Männer von denen der Frauen.

Vor den Ergebnissen jeder Varianzanalyse werden die empirischen Mittelwerte $\bar{x}$, sowie die Standardabweichungen s_x der Einzelwerte um die jeweiligen Mittelwerte und die Besetzungszahlen n (die Zahl der vermessenen Schädel pro Gruppe) in den einzelnen Altersgruppen nach Geschlechtern auf tabelliert.

Durch Varianzanalyse wurden folgende Hypothesen geprüft:

H_G : Die untersuchte Variable ist im Mittel geschlechtsunabhängig, d.h.
genauer $\mu_{\alpha}^G = 0$ für $\alpha = 1, 2$

H_A : Die untersuchte Variable ist im Mittel altersunabhängig, d.h. genauer
 $\mu_{\beta}^A = 0$ für $\beta = 1, 2, 3, 4, 5$

H_{AG} : Die Wechselwirkungen verschwinden, d.h. genauer
 $\mu_{\alpha\beta}^{AG} = 0$ für alle α und β .

Es wird ein Signifikanzniveau von $P = 0,05 \hat{=} 5\%$ gewählt

Die Irrums- bzw. Überschreitungswahrscheinlichkeit P zu jedem durchgeführten Test wird auf tabelliert.

C. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

I. TABELLEN MIT DAZUGEHÖRIGER GRAPHISCHER DARSTELLUNG

Ausgewertet und aufgetabelliert sind nur die Strecken und Winkel der rechten Schädelseite. Unter den Tabellen der einzelnen Variablen sind die Ergebnisse graphisch dargestellt.

a) Strecken am Hirnschädel

Tab. 1

S-C

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	135.8	10.4	44	131.3	7.7
2	32	141.5	10.0	45	137.5	6.7
3	111	139.1	7.9	133	134.9	7.8
4	88	137.3	9.4	101	131.9	7.3
5	48	134.6	10.8	47	126.3	9.4

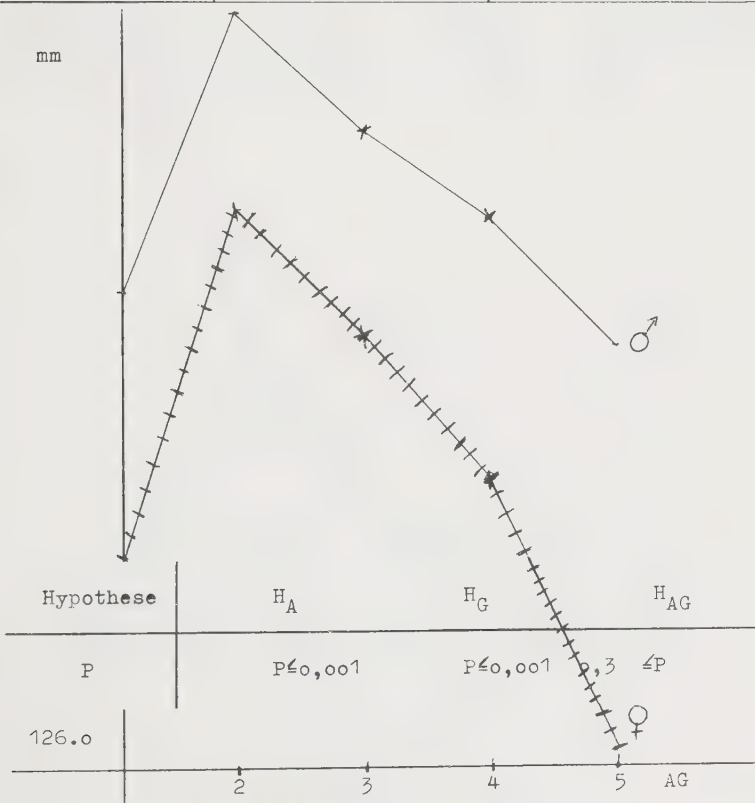


Abb. 6

Tab. 2

C-MV

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	25.1	9.4	44	21.3	9.5
2	32	20.1	10.9	45	19.6	7.5
3	111	22.0	9.2	133	18.9	9.2
4	85	21.1	8.6	101	21.7	8.8
5	48	27.6	12.0	47	28.3	9.9

Hypothese	H_A	H_0	H_{AG}
-----------	-------	-------	----------

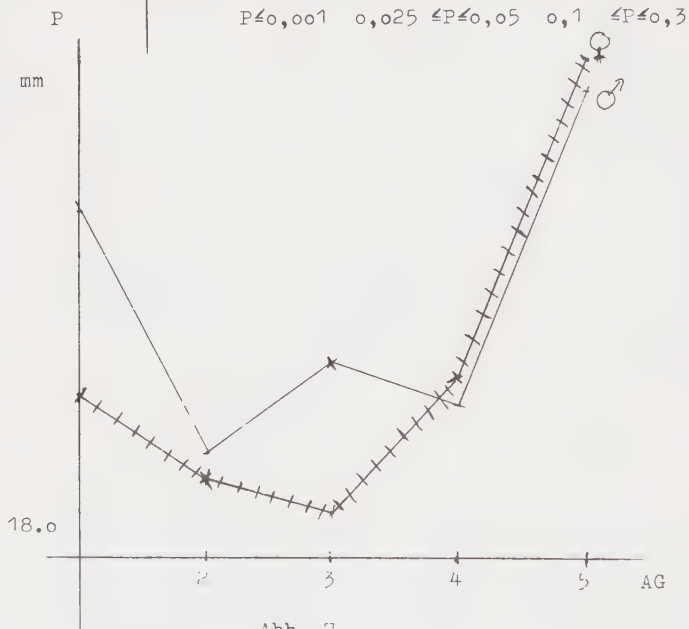


Abb. 7

Tab. 3

MV-Vr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	54.2	6.5	44	54.9	6.2
2	32	57.0	5.1	45	54.2	5.3
3	111	58.5	5.8	133	54.7	5.9
4	88	57.9	5.8	101	53.5	6.4
5	48	57.7	6.5	47	54.5	7.5

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,025 \leq P \leq 0,05$	$P \leq 0,001$	$\leq P \leq 0,025$

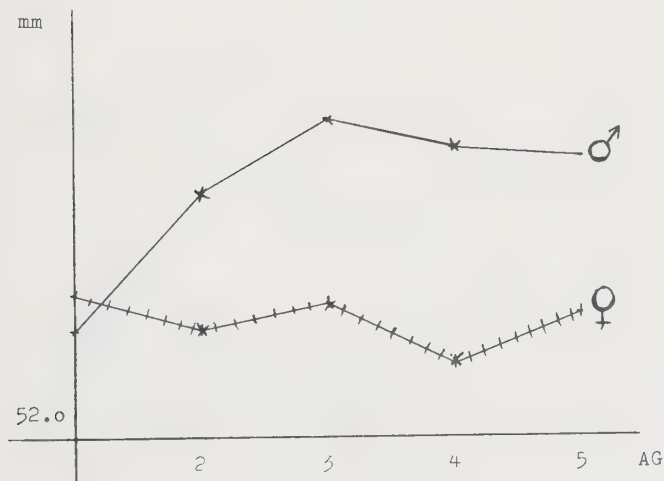


Abb. 8

Tab. 4

MV-fpr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	55	67.8	4.1	34	65.4	3.2
2	23	69.2	4.5	34	66.4	3.4
3	59	68.8	4.1	67	67.3	4.9
4	34	70.6	4.5	20	68.5	5.9
5	18	68.9	5.7	7	64.3	3.4

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,001 \leq P \leq 0,005$	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$

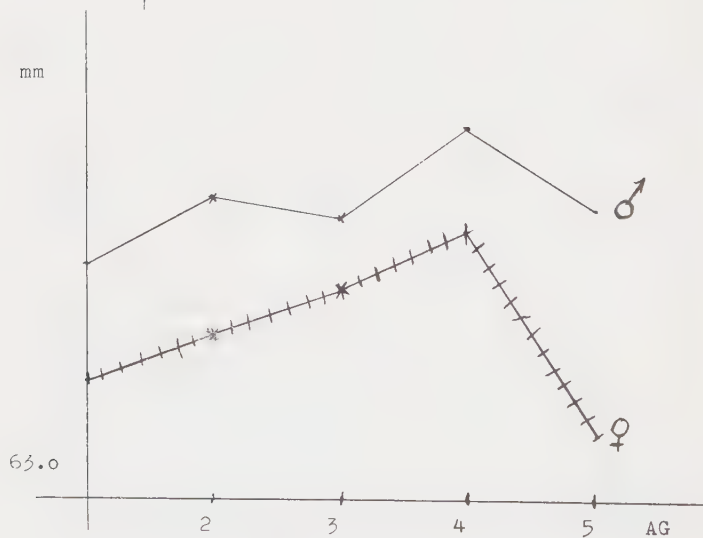


Abb. 9

Tab. 5

MV-Lpr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	86.4	6.4	44	84.3	5.7
2	32	88.1	5.2	45	85.5	4.6
3	111	90.0	5.4	133	86.4	6.5
4	88	91.3	5.6	101	86.9	6.5
5	48	91.1	6.6	47	88.0	8.0

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$

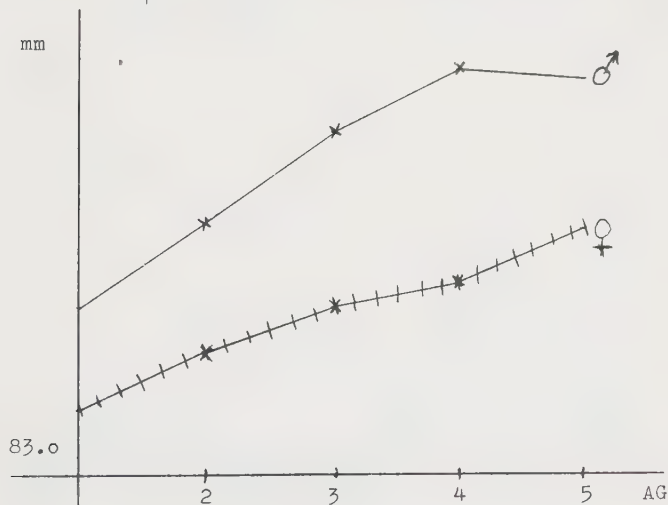


Abb. 10

Tab. 6

Pir-Lpr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	160.3	8.4	44	153.5	7.7
2	32	162.7	8.0	45	157.4	7.1
3	111	160.8	8.1	133	152.7	7.9
4	88	157.6	7.4	101	153.2	7.5
5	48	159.0	13.5	47	153.9	9.1

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,001 \leq P \leq 0,005$	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$

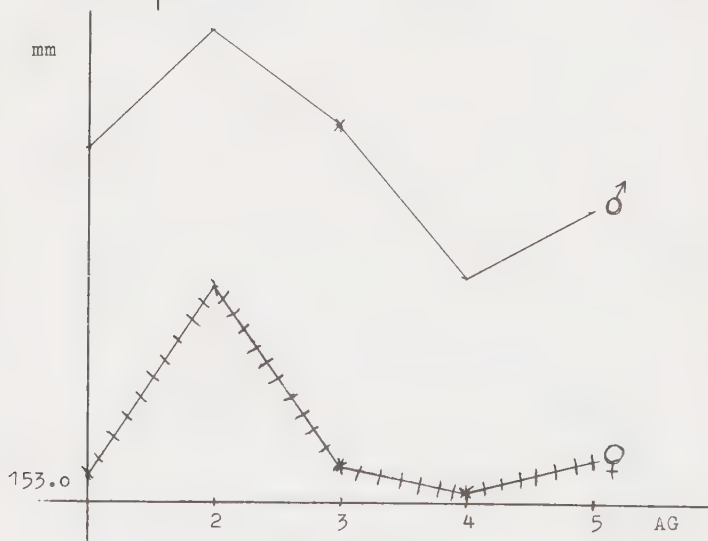


Abb. 11

Tab. 7

Pmr-Lpr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	32.0	4.6	44	32.4	4.8
2	52	34.6	5.4	45	32.6	3.0
3	111	34.7	3.8	133	31.7	3.7
4	88	33.1	5.8	101	32.8	4.3
5	48	35.3	4.4	47	32.8	5.0

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,025 \leq P \leq 0,05$	$P \leq 0,001$	$0,001 \leq P \leq 0,005$

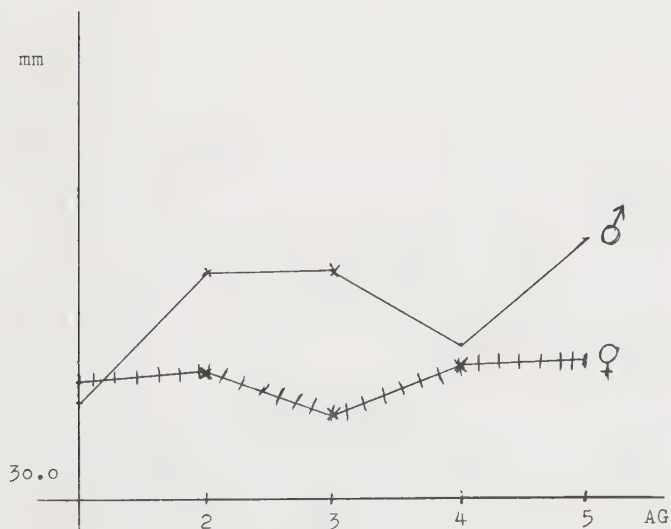


Abb. 12

Tab. 8

Str-Fpr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	55	69.6	8.9	35	67.6	8.2
2	23	70.6	9.0	34	68.6	9.7
3	60	68.0	9.1	67	65.2	9.2
4	34	67.3	12.4	19	66.1	9.9
5	18	67.3	11.8	7	64.1	6.4

Hypothese	H_A		H_G	H_{AG}	
P	0,1	$\leq P \leq 0,3$	$0,005 \leq P \leq 0,01$	0,3	$\leq P$

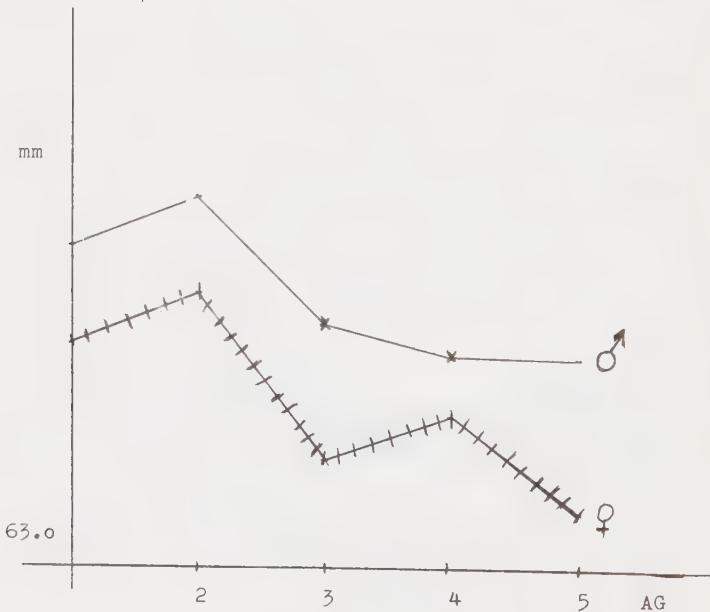


Abb. 13

Tab. 9

MSt-Str

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	55	68.1	3.9	35	66.1	3.4
2	23	69.1	3.8	34	67.2	3.2
3	60	68.6	3.3	67	67.6	3.7
4	34	69.1	3.9	20	67.6	2.6
5	18	68.0	4.1	6	64.8	3.4

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	0,05 $\leq P \leq 0,1$	$P \leq 0,001$	0,3 $\leq P$

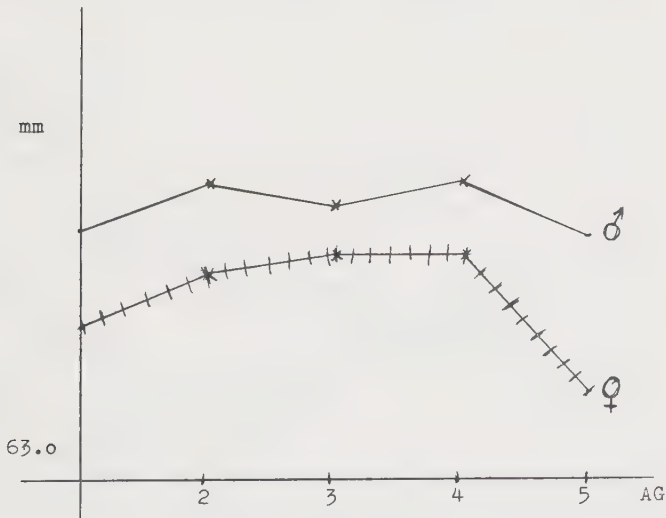


Abb. 14

Tab. 10

Br-MB

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	87.1	4.5	44	84.3	5.4
2	32	88.6	3.6	45	85.3	3.8
3	111	89.8	4.3	133	86.6	4.5
4	88	91.0	4.8	101	87.3	4.7
5	48	90.9	5.1	47	87.8	6.2

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	0,3 $\leq P$

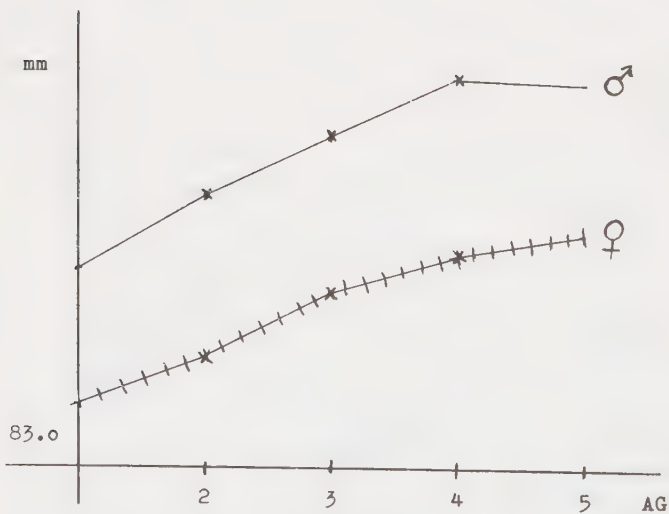


Abb. 15

Tab. 11

Pmr-P1

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	86.8	5.3	44	84.7	5.1
2	32	88.4	4.3	45	85.7	4.0
3	111	89.9	4.7	133	86.5	5.1
4	88	91.2	5.1	101	87.1	5.4
5	48	90.8	5.7	47	87.7	7.1

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$

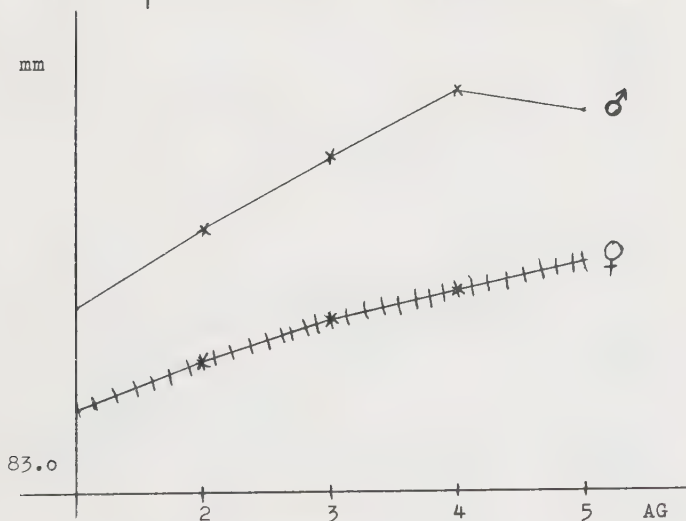


Abb. 16

Tab. 12

S-Br

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	128.0	7.5	44	124.3	6.1
2	32	130.8	8.0	45	128.3	6.6
3	111	131.8	7.5	133	127.6	7.3
4	88	131.4	8.9	101	126.0	6.7
5	48	132.1	7.6	47	126.2	8.1

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,001 \leq P \leq 0,005$	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$

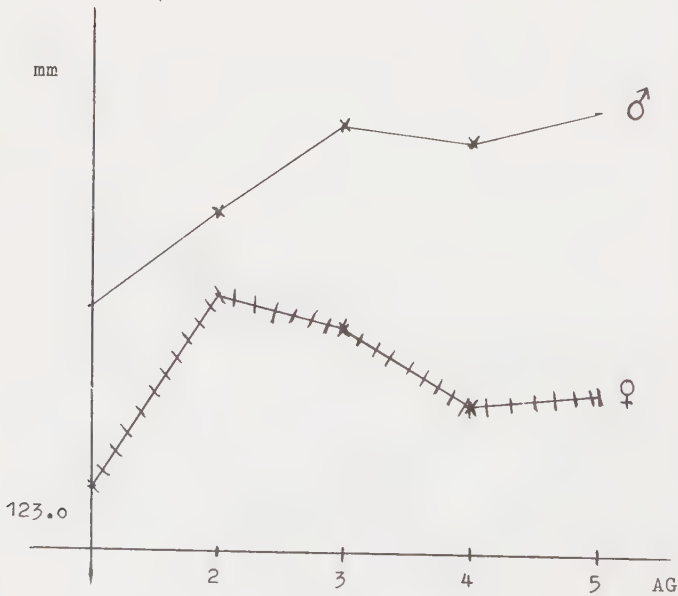


Abb. 17

Tab. 13

S-Sur

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	52	148.8	6.3	34	143.6	7.4
2	18	149.7	6.4	28	145.3	7.3
3	60	148.4	7.0	61	145.2	7.3
4	33	148.0	8.5	41	146.0	6.1
5	20	150.5	7.6	7	143.7	4.2

Hypothese	H_A		H_G	H_{AG}	
P	0,3	$\leq P$	$P \leq 0,001$	0,3	$\leq P$

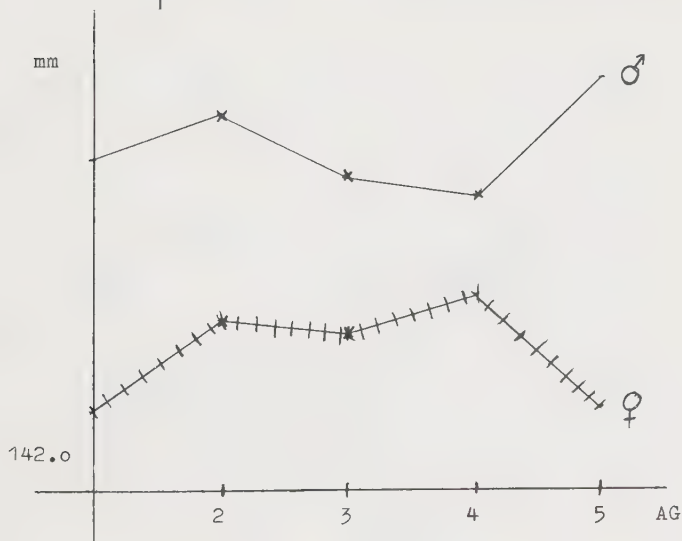


Abb. 18

Tab. 14

S-Vr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	66	169.6	7.9	44	162.9	7.8
2	32	171.8	7.3	45	166.2	7.0
3	111	171.1	7.8	133	163.2	7.1
4	87	168.1	7.4	101	162.5	6.9
5	48	171.1	7.8	47	163.6	8.1

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,005 \leq P \leq 0,01$	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$

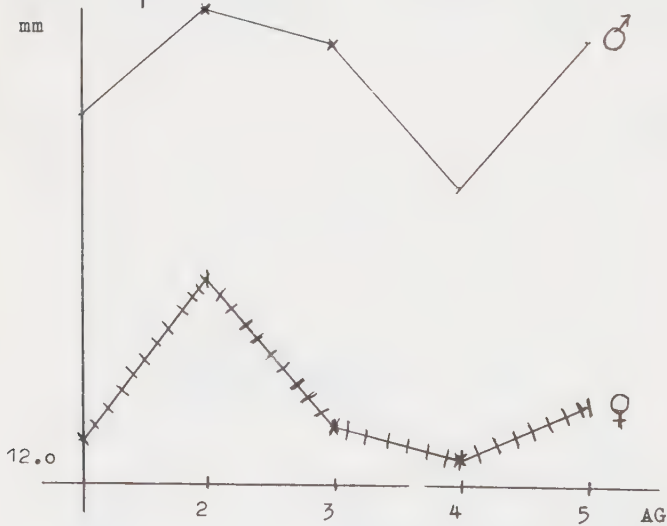


Abb. 19

Tab. 15

Phr-Br/S

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	66	29.7	2.9	44	29.8	2.1
2	32	30.7	3.2	45	30.4	2.6
3	111	30.2	2.8	133	30.2	2.9
4	88	31.0	3.0	101	30.0	2.9
5	48	31.6	2.6	47	29.7	3.5

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	0.1 $\leq P \leq 0.3$	0.01 $\leq P \leq 0.025$	0.025 $\leq P \leq 0.05$

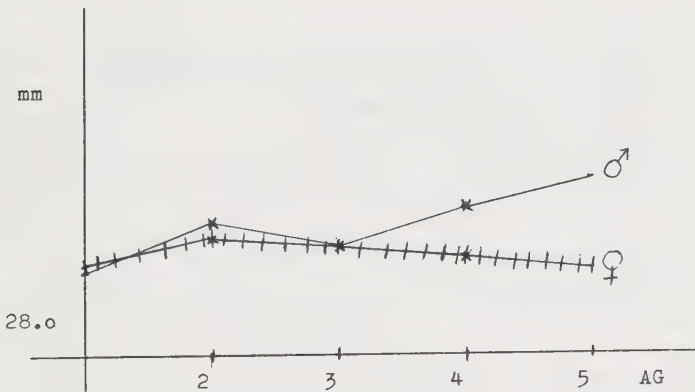


Abb. 20

b) Winkel am Hirnschädel

Tab. 16

Br-S-C

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	43.5	3.1	44	43.9	2.8
2	32	43.5	2.6	45	43.0	2.7
3	111	43.3	3.6	133	43.5	3.3
4	88	44.4	3.6	101	44.4	3.1
5	48	44.3	2.1	47	44.8	3.5

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,001 \leq P \leq 0,005$	$0,3 \leq P$	$0,3 \leq P$



Abb. 21

Tab.17

Sur-S-C

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	52	34.3	2.7	34	35.0	2.4
2	18	35.5	2.5	28	35.5	2.8
3	60	35.5	2.2	61	35.4	2.4
4	32	35.9	2.2	41	35.5	2.5
5	20	35.4	2.4	7	35.1	3.9

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,025 \leq P \leq 0,05$	$0,3 \leq P$	$0,3 \leq P$

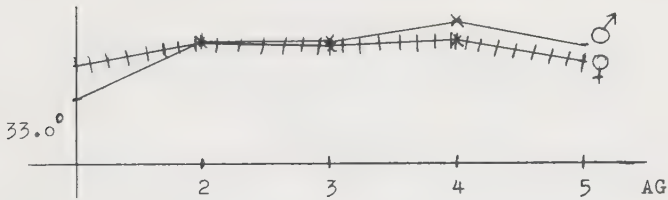


Abb. 22

Tab. 18

Vr-S-C

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	19.2	2.1	44	20.0	2.1
2	52	20.0	2.3	45	19.6	2.1
3	111	20.6	2.3	133	19.9	2.3
4	88	20.4	2.1	101	19.6	2.3
5	48	20.4	2.3	47	19.9	2.9

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	0,05 $\leq P \leq 0,1$	0,025 $\leq P \leq 0,05$	0,05 $\leq P \leq 0,1$

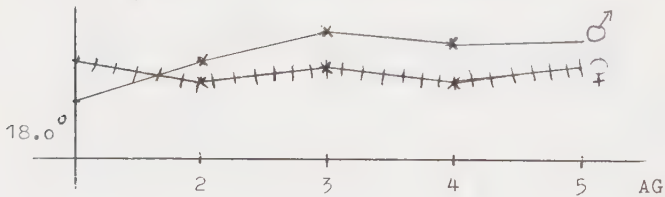


Abb. 23

Tab. 19

S-Br-Vr ($\Delta \bar{x} - 50$)

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	66	60.7	3.8	44	60.3	4.6
2	32	61.3	5.0	45	60.2	4.5
3	111	61.0	4.1	133	58.9	4.0
4	88	58.2	3.6	101	57.5	3.8
5	48	59.0	4.7	47	57.9	4.2

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
r^2	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$0.3 \leq P$

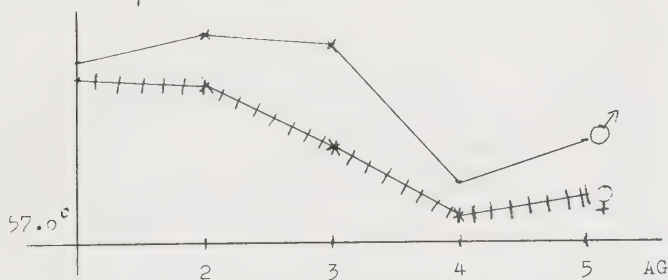


Abb. 24

Tab. 20

Br-Vr-Ldr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	64,2	4.3	44	64.8	4.2
2	32	64.8	5.0	45	63.1	5.1
3	111	63.4	4.6	133	61.9	4.5
4	88	61.6	4.5	101	61.5	4.5
5	48	62.6	4.8	47	61.9	4.6

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$0,025 \leq P \leq 0,05$	$0,1 \leq P \leq 0,3$

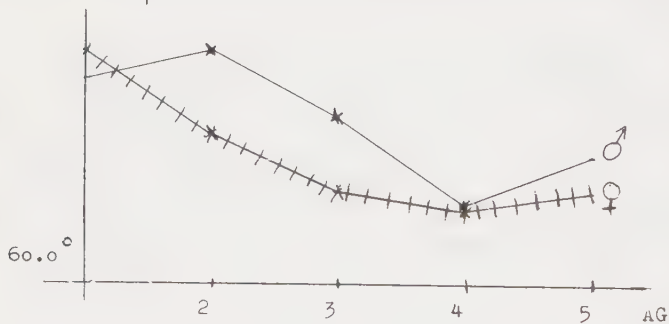


Abb. 25

Tab. 21

Sur-Mv-Vr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	52	24.6	3.6	34	24.5	2.9
2	18	25.1	3.5	28	25.0	3.1
3	60	24.7	4.0	59	23.9	3.4
4	31	23.8	3.2	41	23.2	2.9
5	20	23.2	2.3	7	21.4	6.6

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	0,01 $\leq P \leq 0,025$	0,1 $\leq P \leq 0,3$	0,3 $\leq P$

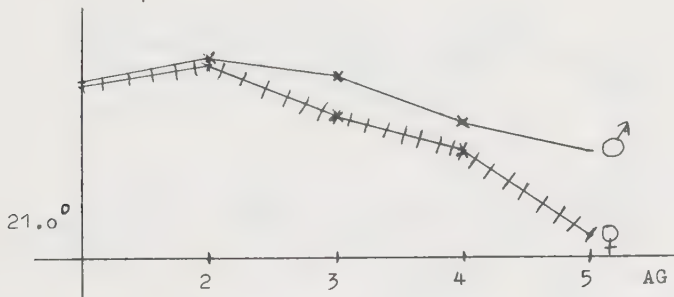


Abb. 26

Tab. 22

Winkel der Linea inominata

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	66	65.0	5.1	44	65.5	5.0
2	32	66.4	4.5	45	66.3	4.5
3	111	65.8	4.9	133	65.3	5.3
4	88	66.3	5.7	101	65.8	4.5
5	48	66.3	5.1	47	66.6	5.7

Hypothese	H_A		H_G		H_{AG}	
P	0,1	$\leq P \leq 0,3$	0,3	$\leq P$	0,3	$\leq P$



Abb.27

Tab. 23 Pyramidenachsenwinkel

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	75.4	6.0	44	77.8	5.7
2	32	79.6	7.0	45	78.2	5.7
3	111	80.1	6.2	133	79.7	6.4
4	88	79.4	6.0	101	77.2	6.3
5	48	76.2	7.1	47	73.6	7.4

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$0,1 \leq P \leq 0,3$	$0,025 \leq P \leq 0,05$

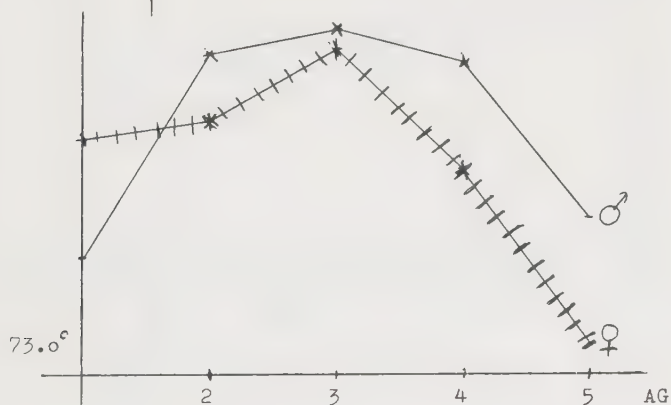


Abb. 28

Tab. 24

S-MV-Vr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	66	90.4	2.5	44	90.4	2.3
2	32	90.4	2.1	45	90.4	1.6
3	111	89.6	1.9	133	90.2	2.3
4	88	89.5	2.0	101	90.1	2.1
5	48	89.6	2.2	47	89.3	

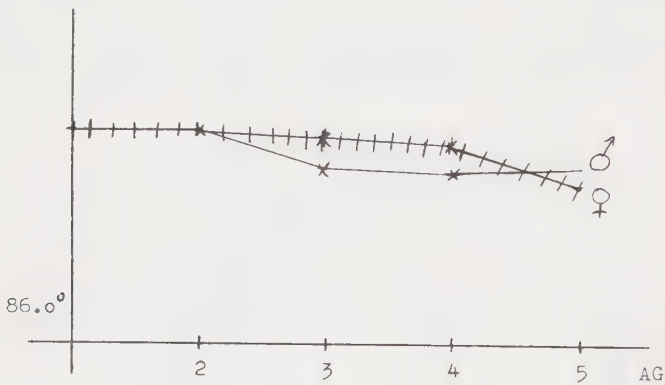


Abb. 29

c) Strecken am Gesichtsschädel

Tab. 25

3)C-Gn

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	66	117.6	10.2	44	115.0	7.1
2	32	125.4	8.2	45	118.0	7.2
3	111	125.2	8.7	133	118.4	8.6
4	88	127.7	10.4	101	117.8	10.7
5	48	128.0	13.0	47	113.6	10.5

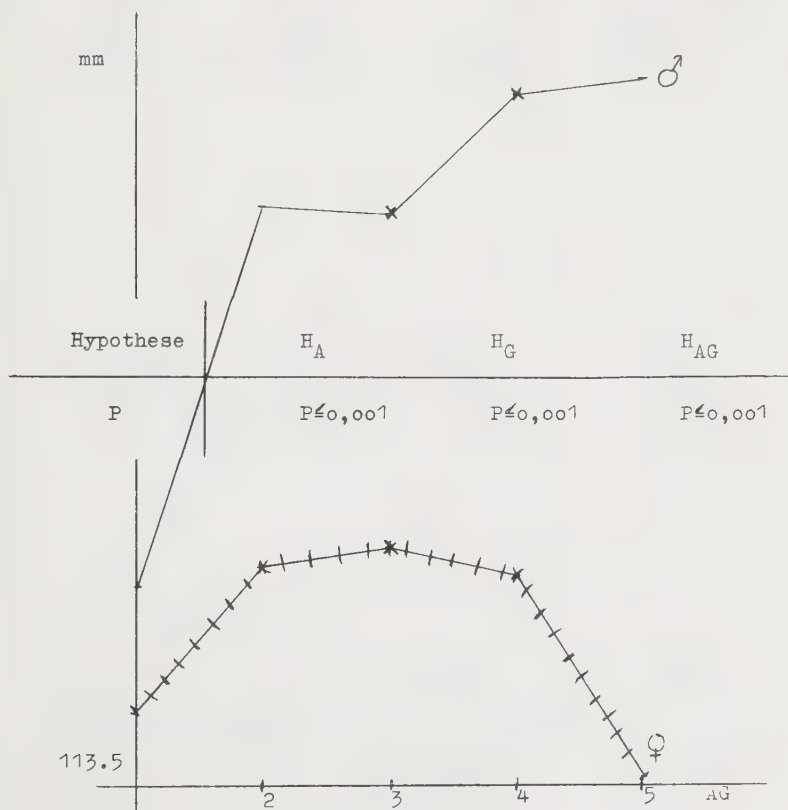


Abb. 30

Tab. 26

C-Mmx

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	51.7	6.7	44	52.0	5.6
2	52	55.6	5.6	45	51.3	5.5
3	111	55.6	6.5	133	51.7	5.5
4	38	57.1	7.4	101	52.9	6.1
5	43	61.7	7.9	47	52.9	8.2

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$

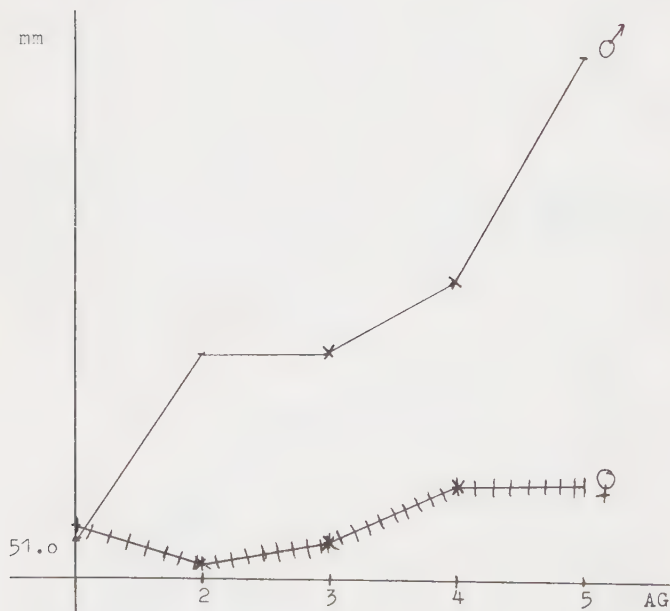


Abb. 31

Tab. 27

C-Mmd

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	79.8	8.2	44	76.7	7.3
2	32	83.5	7.1	45	77.4	6.0
3	111	86.6	8.6	133	77.6	7.1
4	88	86.0	9.5	101	78.5	7.6
5	48	90.9	11.1	47	80.4	9.3

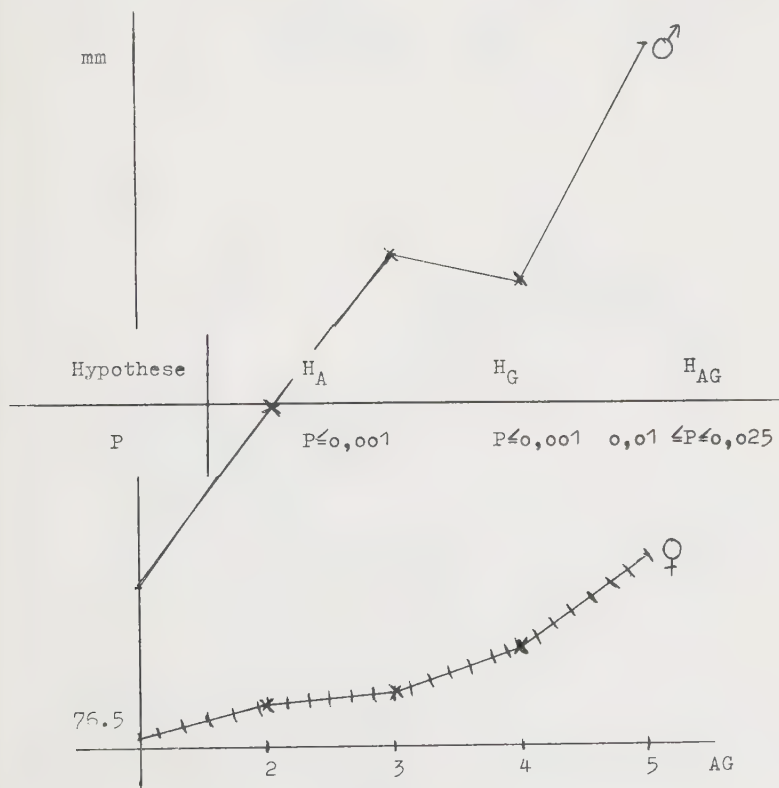


Abb. 32

Tab. 28

Mxr-Mmx

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	33.9	2.7	44	33.1	1.9
2	32	35.0	2.8	45	35.2	2.7
3	111	34.1	3.6	133	33.0	3.1
4	88	31.6	3.4	101	30.5	3.5
5	48	30.5	4.4	47	30.4	3.9

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$0,005 \leq P \leq 0,01$	$0,3 \leq P$

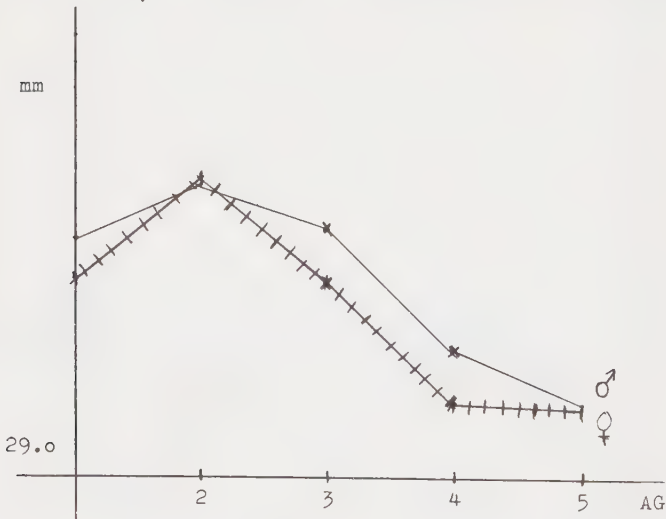


Abb. 33

Tab. 29

Mdr-Mmd

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	54.5	5.1	44	54.0	3.7
2	32	60.3	4.4	45	55.0	6.9
3	111	60.9	5.4	133	56.2	5.0
4	88	61.7	5.1	101	56.5	4.8
5	48	62.7	5.2	47	57.5	4.2

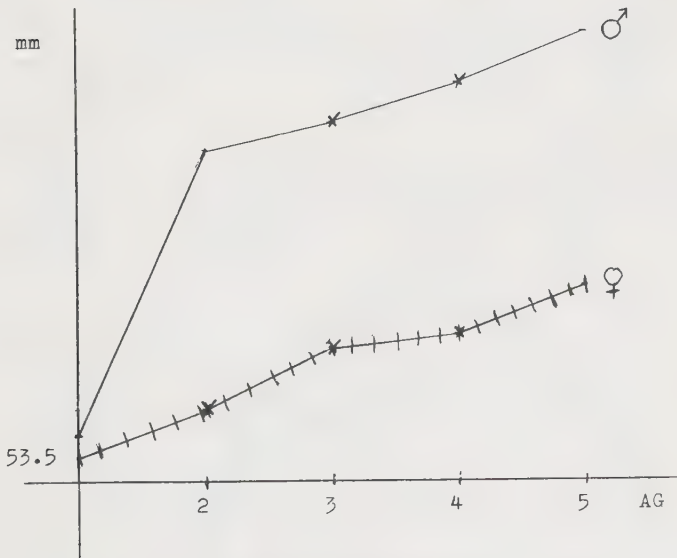


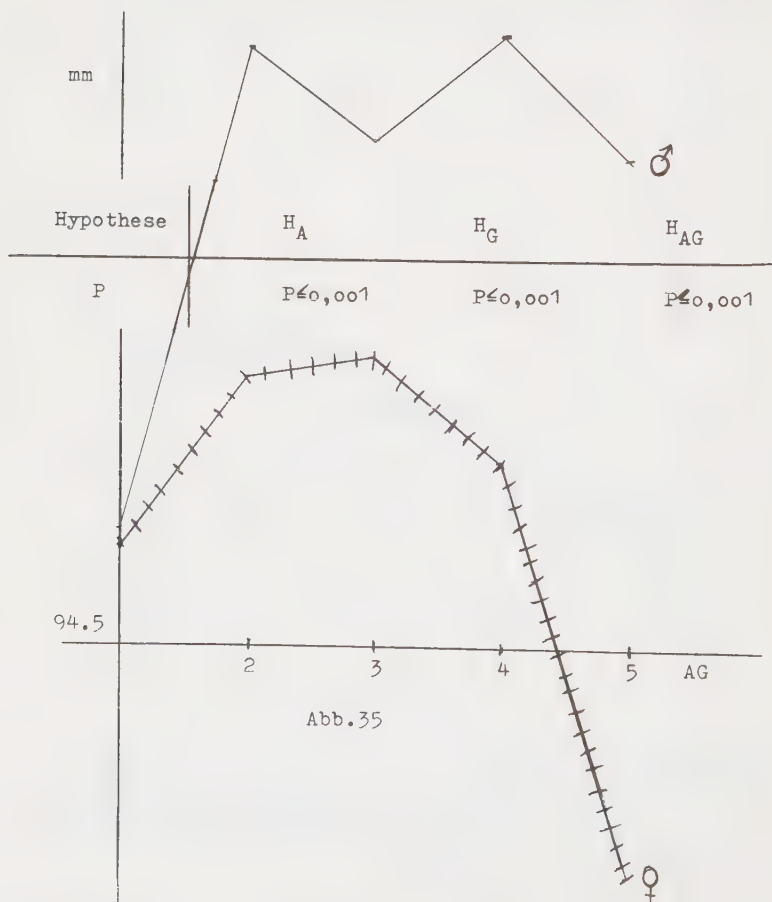
Abb. 34

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$0,001 \leq P \leq 0,005$

Tab. 30

Par-Bpr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	96.9	8.8	44	96.5	8.7
2	32	106.8	9.5	45	100.0	8.5
3	111	104.9	8.4	133	100.4	8.4
4	88	107.0	9.4	101	98.3	9.8
5	48	104.5	10.6	47	89.8	10.4



Tab. 31

Bpr-Gn

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	67.3	5.4	44	66.8	4.7
2	32	71.3	4.4	45	66.8	4.6
3	111	72.5	4.5	133	68.2	4.7
4	88	72.9	4.8	101	69.1	4.9
5	48	74.2	5.5	47	69.1	5.7
Hypothese	H_A		H_G	H_{AG}		
P	$P \leq 0,001$		$P \leq 0,001$	$0,005 \leq P \leq 0,01$		

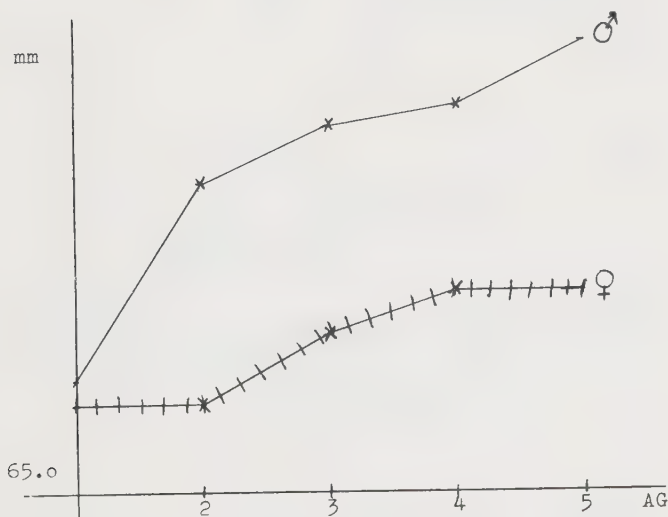


Abb. 36

d) Winkel am Gesichtsschädel

Tab. 32

Mxr-C-Mmx

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	34.0	3.9	44	33.1	3.3
2	32	33.0	3.1	45	33.4	3.1
3	111	31.9	3.6	133	33.1	3.2
4	88	29.6	3.8	101	30.5	3.6
5	48	26.9	4.5	47	30.6	4.4

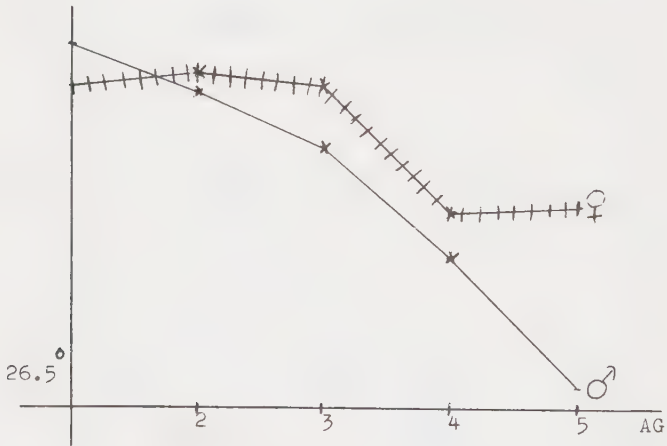


Abb. 37

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$

Tab. 33

Par-Gn-C

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	35.6	2.8	44	35.3	2.7
2	32	34.3	2.2	45	34.8	2.6
3	111	35.4	2.8	133	34.9	2.7
4	88	35.1	2.5	101	35.9	3.2
5	48	36.3	2.7	47	38.2	3.4

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$0,1 \leq P \leq 0,3$	$0,001 \leq P \leq 0,005$

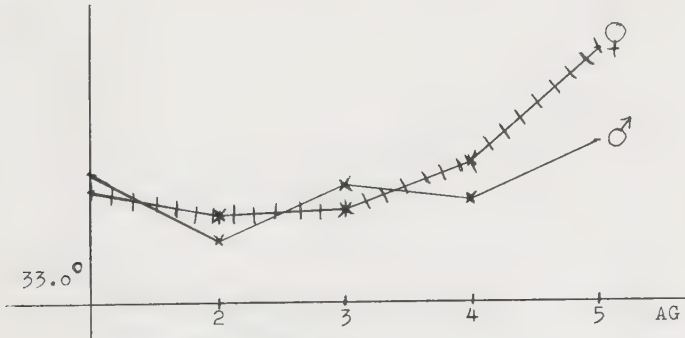


Abb. 38

e) Strecken und Winkel der Orbitagegend

Tab. 34

Er-Me

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	15.7	2.1	44	15.6	2.2
2	32	16.5	2.4	45	15.5	1.8
3	111	16.8	2.2	133	15.8	2.4
4	83	17.0	2.8	101	16.5	2.1
5	48	17.6	2.8	47	16.3	2.9

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$

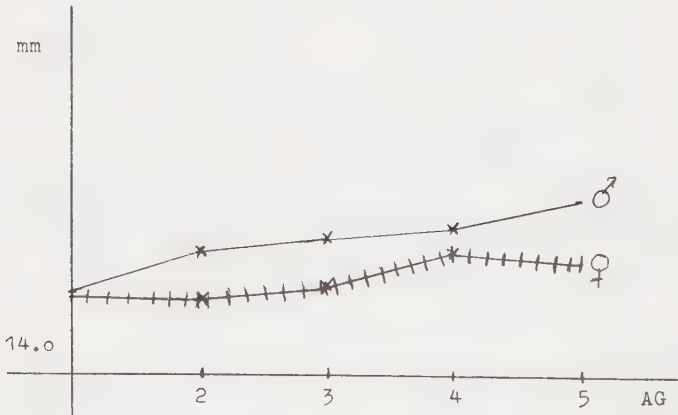


Abb. 39

Tab. 35

Or-Mo

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	x	s_x
1	66	52.2	3.3	44	50.3	2.7
2	32	53.0	2.4	45	52.1	2.5
3	111	53.1	2.5	133	52.1	2.7
4	88	53.4	3.5	101	53.5	3.1
5	46	55.4	4.6	47	53.9	4.7

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$0,1 \leq P \leq 0,3$

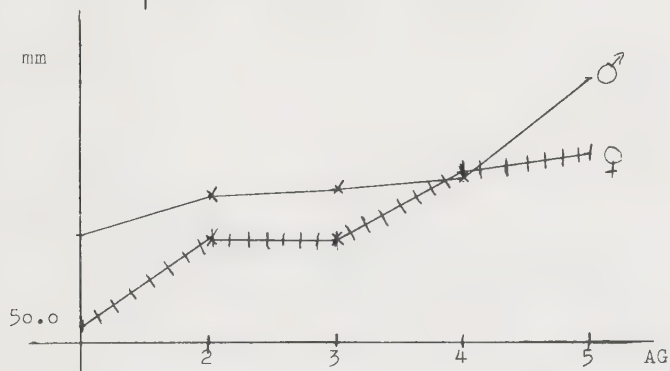


Abb. 40

Tab. 36

Sbr-Mo

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	14.2	1.9	44	13.8	1.6
2	32	13.9	1.8	45	13.7	2.1
3	111	14.6	1.9	133	13.9	1.6
4	88	14.7	2.0	101	14.5	1.9
5	48	15.5	2.2	47	14.4	2.1

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$

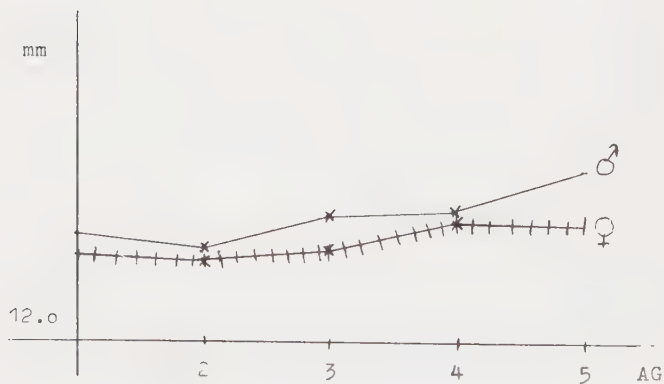


Abb. 41

Tab. 37

Dpr-Mxr

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	71.3	5.9	44	69.8	4.8
2	32	75.9	6.8	45	71.8	5.0
3	111	75.1	5.8	133	70.7	5.5
4	88	75.7	6.7	101	72.1	6.2
5	48	79.0	8.8	47	73.9	8.7

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$P \leq 0,001$	$0,1 \leq P \leq 0,3$

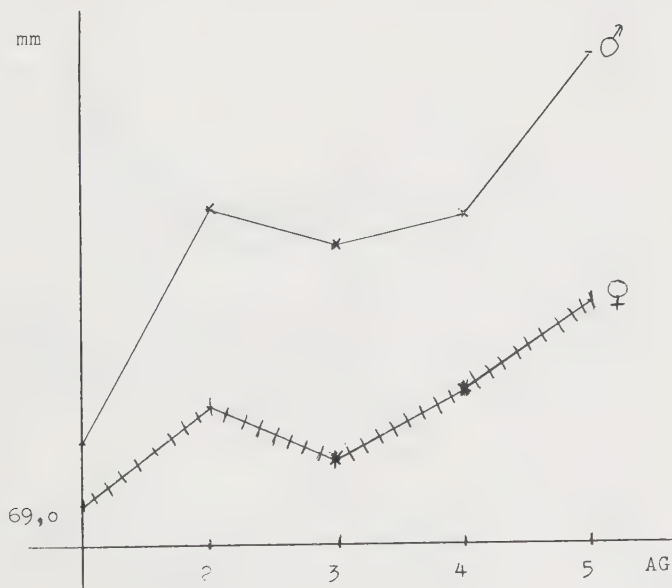


Abb. 42

Tab. 38

Dpr-Or/Mo

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	15.9	2.4	44	14.4	1.9
2	32	16.6	2.8	45	16.2	2.5
3	111	15.8	1.9	133	16.4	2.2
4	88	16.9	2.9	101	16.6	2.4
5	48	17.2	2.6	47	18.2	9.5

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$P \leq 0,001$	$0,3 \leq P$	$0,025 \leq P \leq 0,05$

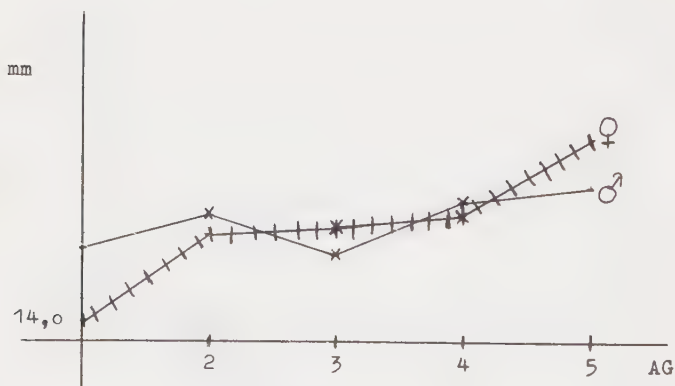


Abb. 43

Tab. 39

Orbitadachwinkel

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
1	66	51.0	7.3	44	55.0	7.9
2	32	49.9	7.6	45	51.0	6.6
3	111	52.6	7.8	133	52.4	6.1
4	88	53.8	6.9	101	53.8	6.1
5	48	57.8	9.2	47	52.0	8.2

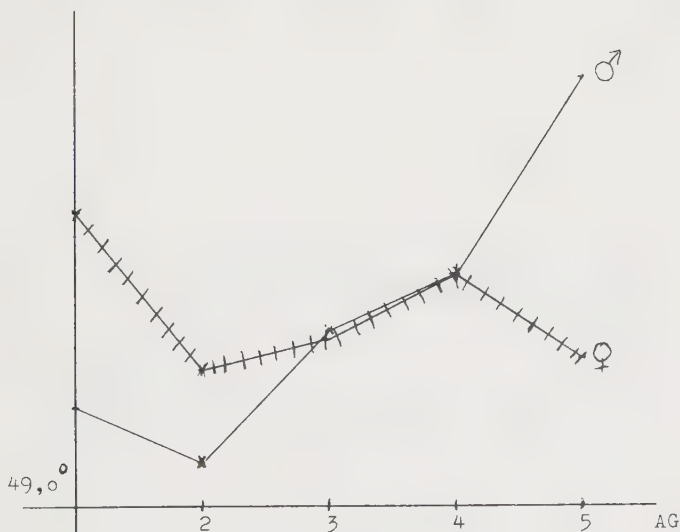


Abb. 44

Hypothese	H_A	H_G	H_{AG}
P	$0,001 \leq P \leq 0,005$	$0,3 \leq P$	$P \leq 0,001$

Tab. 40

Keilbeinflügelwinkel

Altersgruppe	männlich			weiblich		
	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	n	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
1	20	14.8		20	15.5	
2	20	15.9		20	15.3	
3	20	15.4		20	15.3	
4	20	14.0		20	16.5	
5	20	16.0		20	13.2	

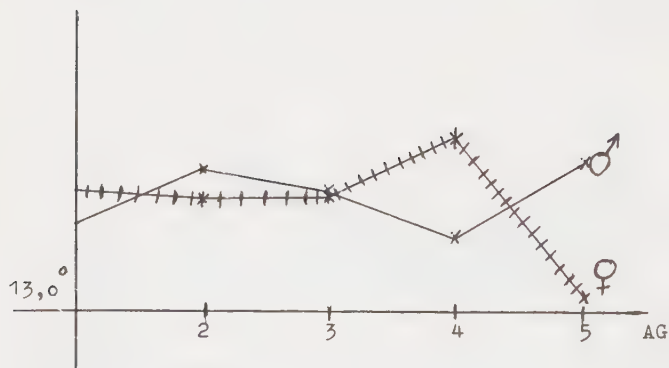


Abb. 45

II. SCHEMATISCHE AUFZEICHNUNG DER VERÄNDERUNGEN

Hier sind die Wachstumsänderungen in Form eines Schädelschemas aufgezeichnet. Die benachbarten Altersgruppen der beiden Geschlechter sind in eine Zeichnung aufgenommen. Ebenso sind dann noch die Männer- und Frauenschädel der gleichen Altersgruppe aufgezeichnet. Die Bezeichnung der einzelnen Punkte ist nur bei der ersten Zeichnung durchgeführt. Bei den restlichen ist sie wegen der Übersichtlichkeit weggelassen (vgl. dazu die Abb. 2, 3, 4)

Die Strecke Phr-Br/S ist als Lot auf die Strecke Br-S in deren Mitte gefällt. Die genaue Lokalisation von Phr-Br/S auf Br-S ist nämlich nicht mehr festzustellen. Ebenso ist der Winkel der linea innominata nicht mehr genau zu lokalisieren, weshalb der Winkel systematisch im mittleren Drittel der Strecke Lpr-Mv eingezeichnet wurde.

a) männliche Altersgruppen gegeneinander

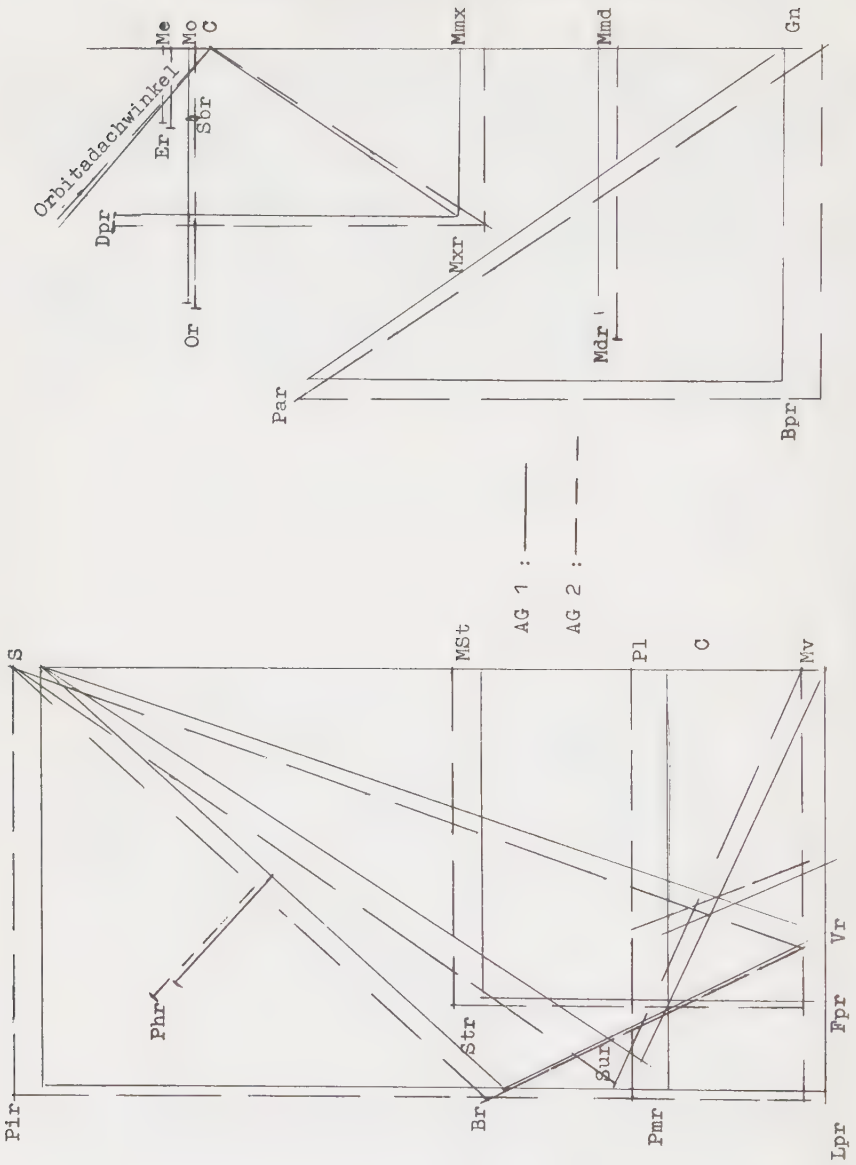


Abb. 46: AG 1 und 2

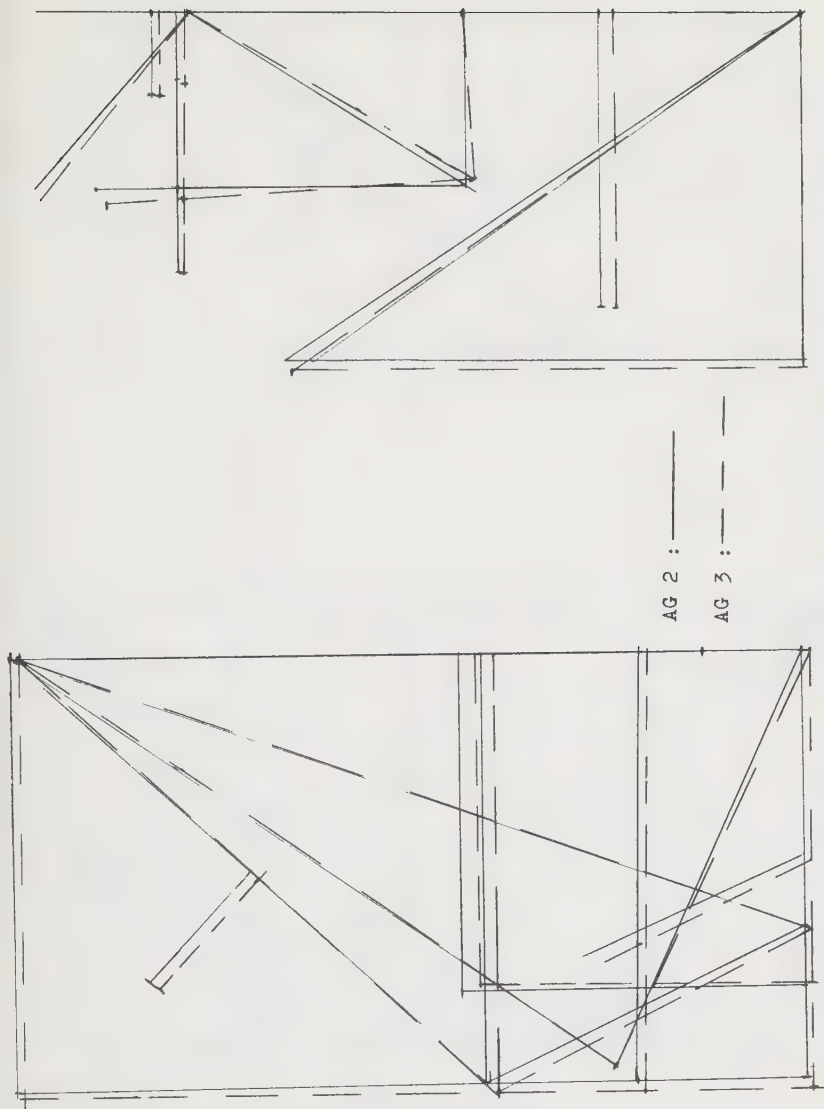
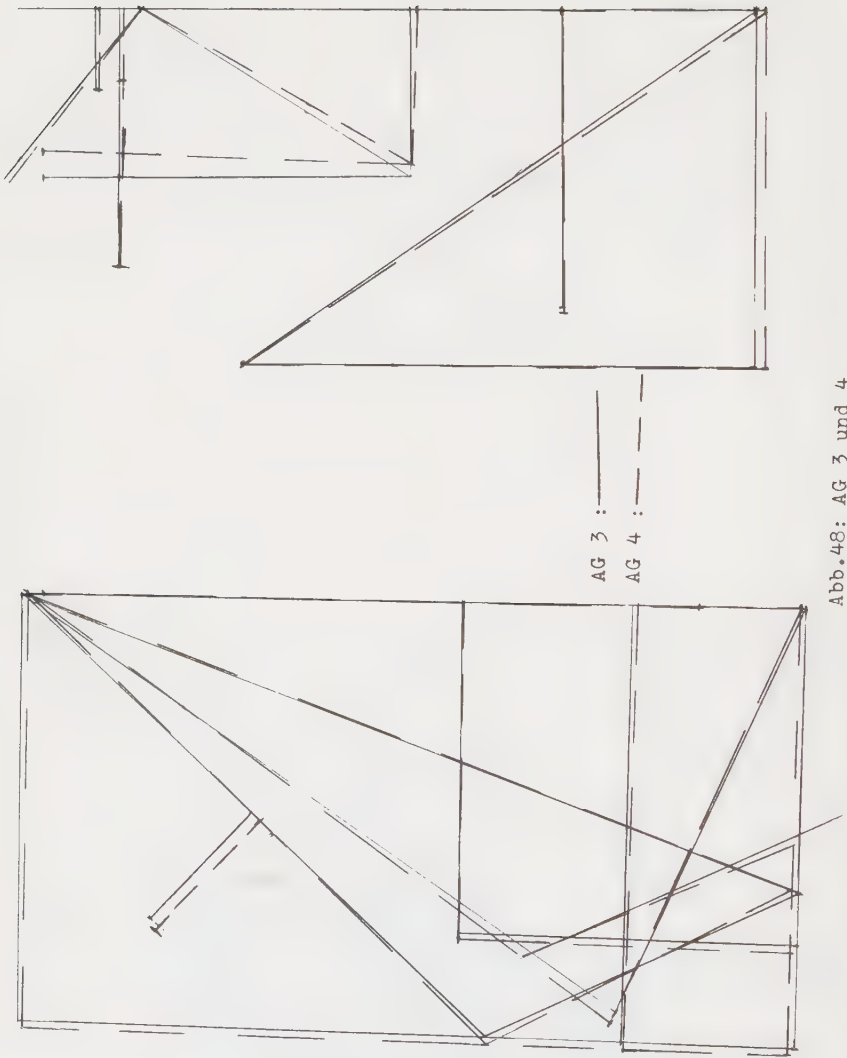
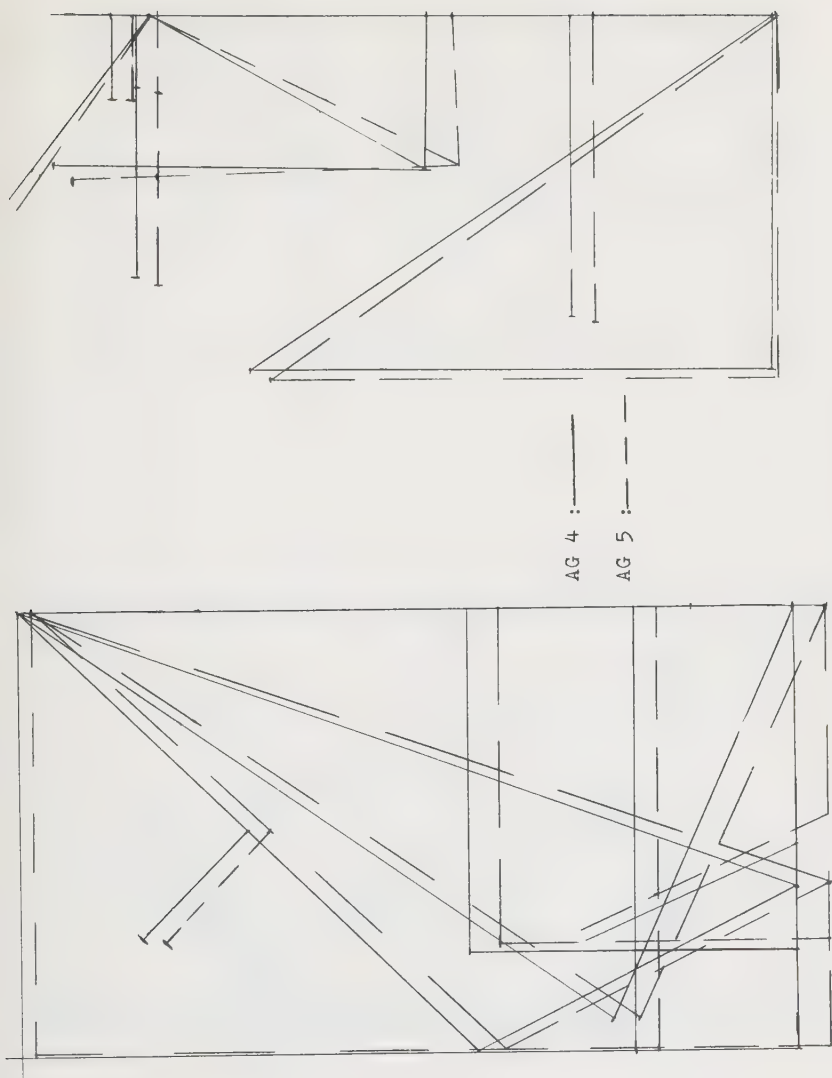


Abb. 47: AG 2 und 3





b) weibliche Altersgruppen gegeneinander

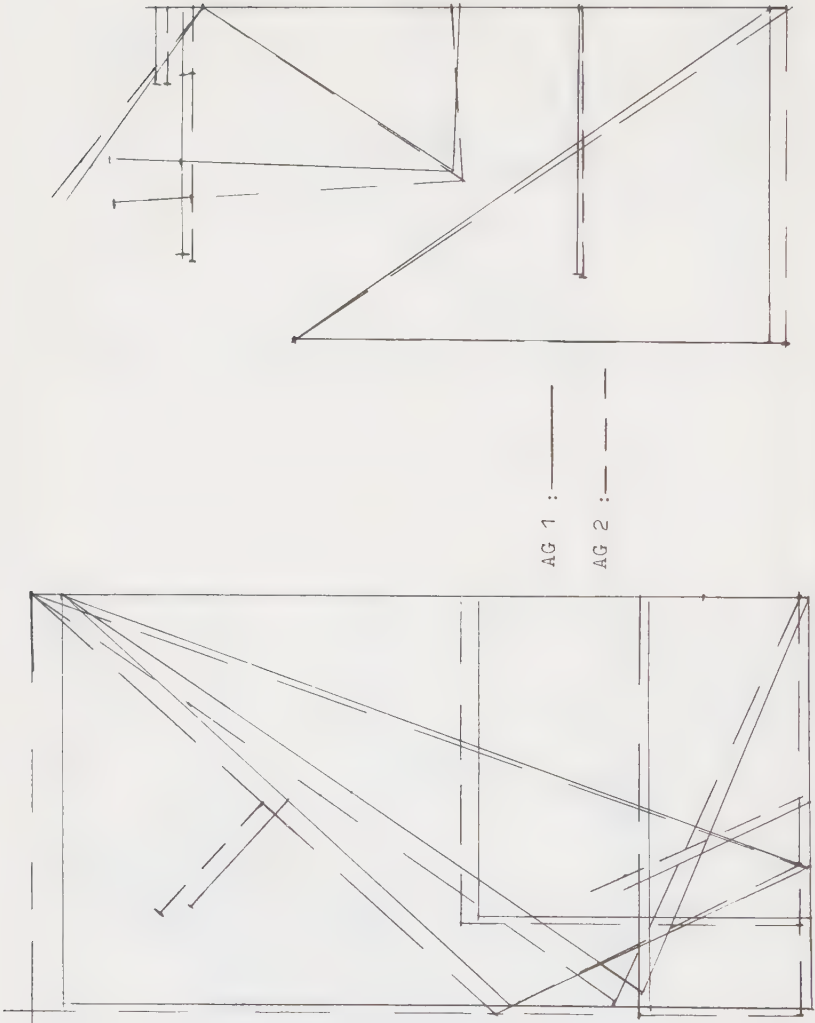


Abb. 50: AG 1 und 2

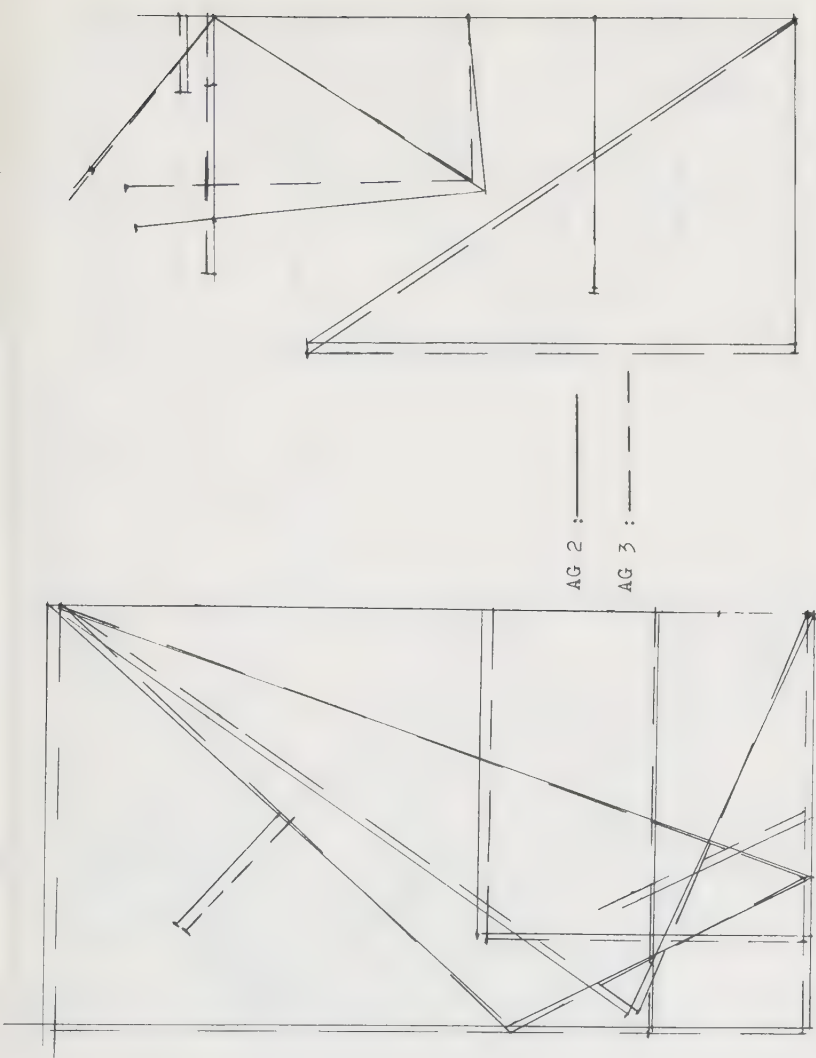


Abb. 51: AG 2 und 3

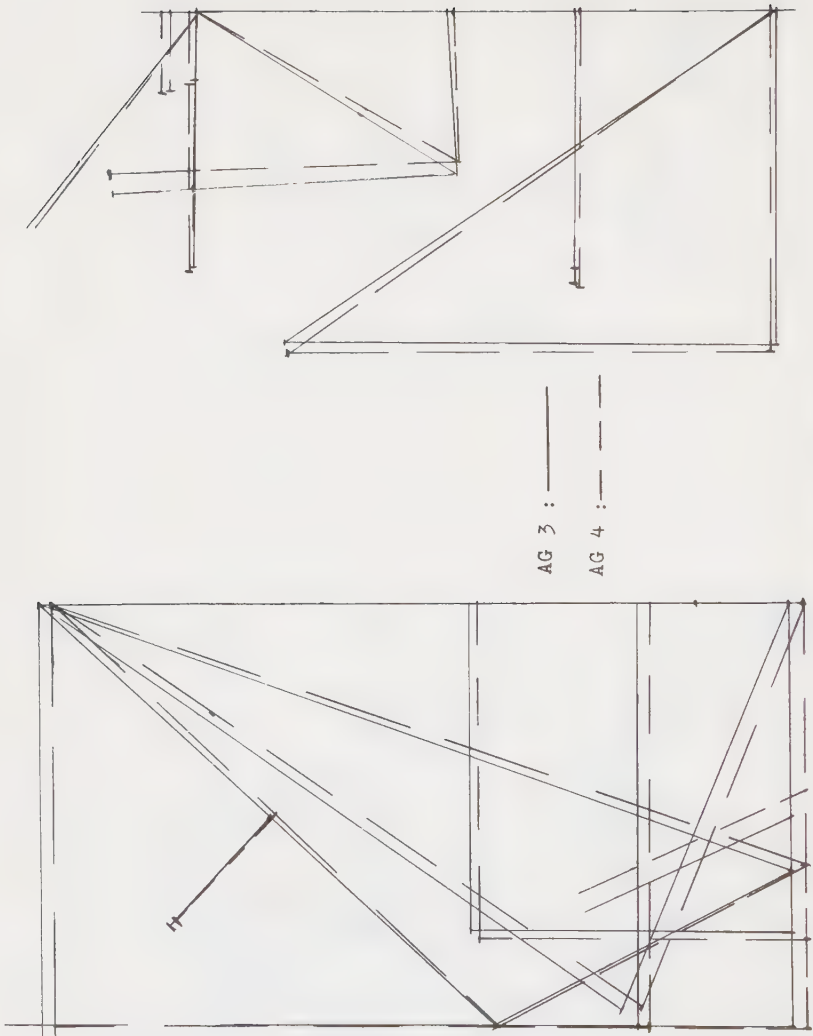
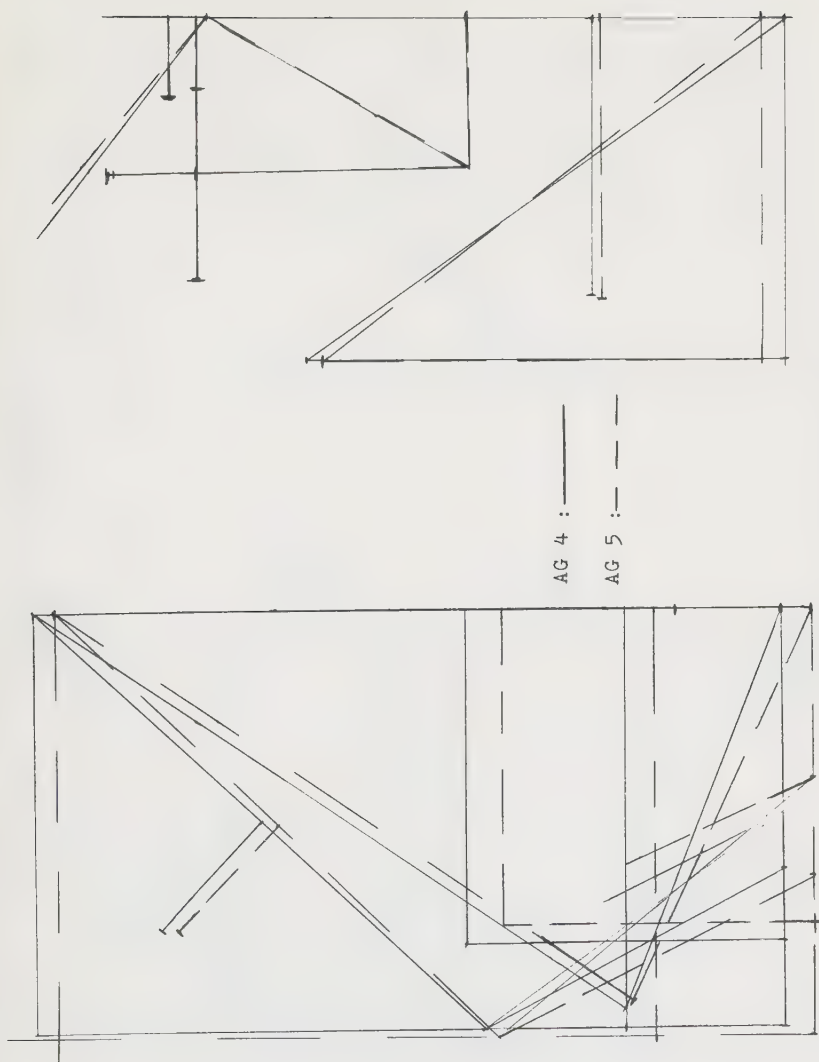


Abb. 52: AG 3 und 4



c) männliche und weibliche Altersgruppen kombiniert

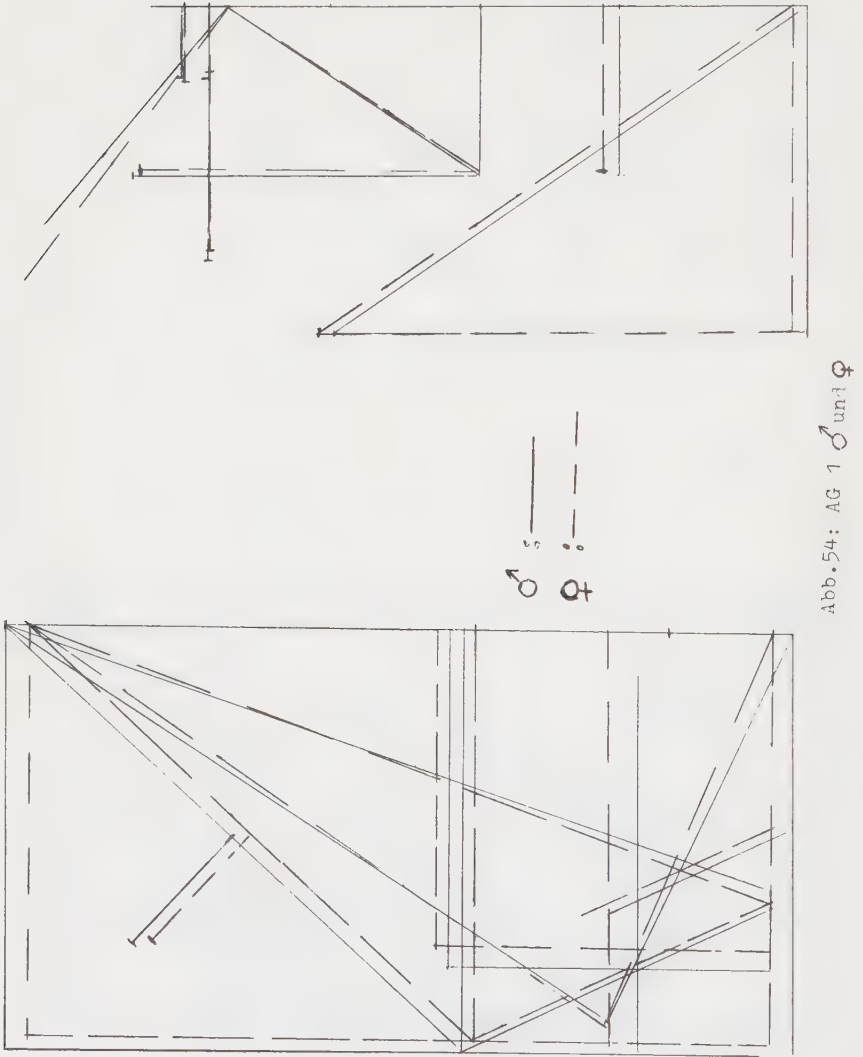


Abb. 54: AG 1 ♂ und ♀

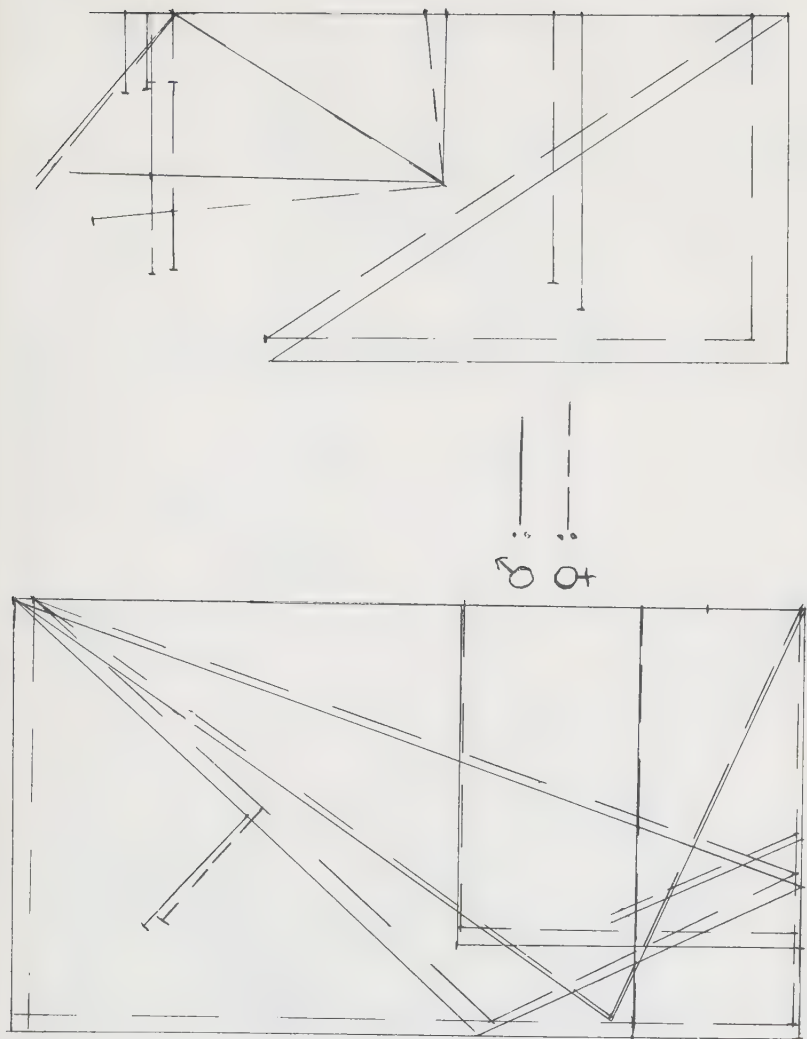


Abb. 55: AG 2 ♂ und ♀

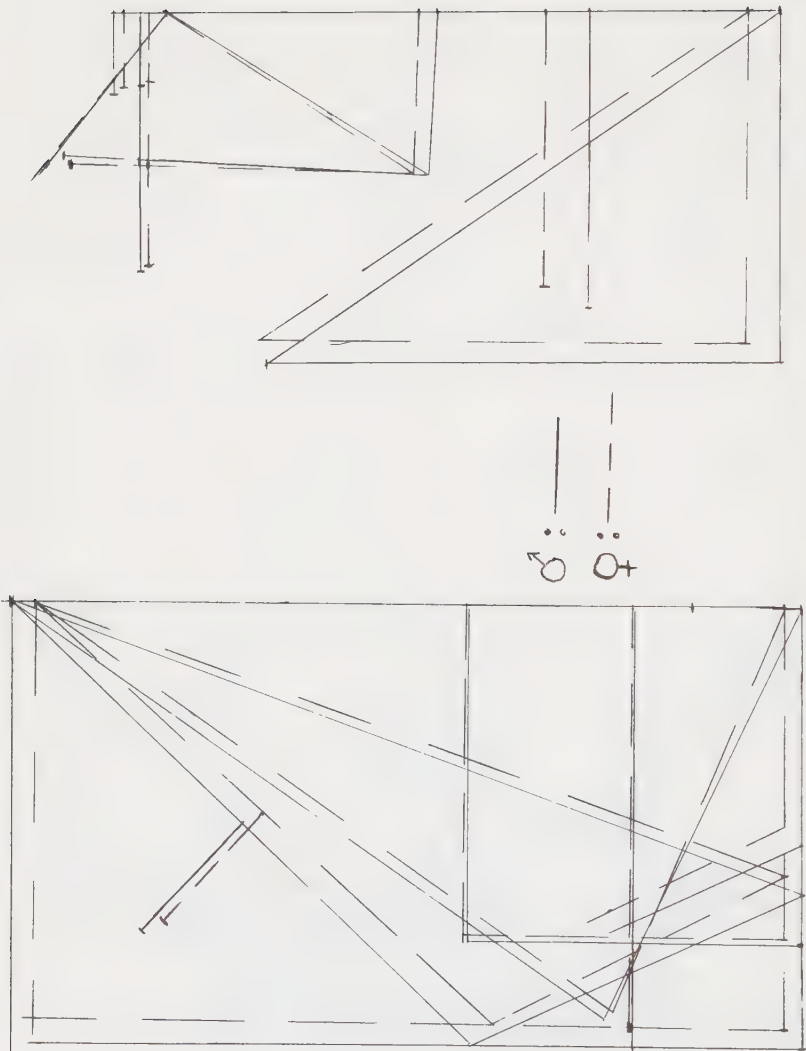


Abb. 56: AG 3 ♂ und ♀

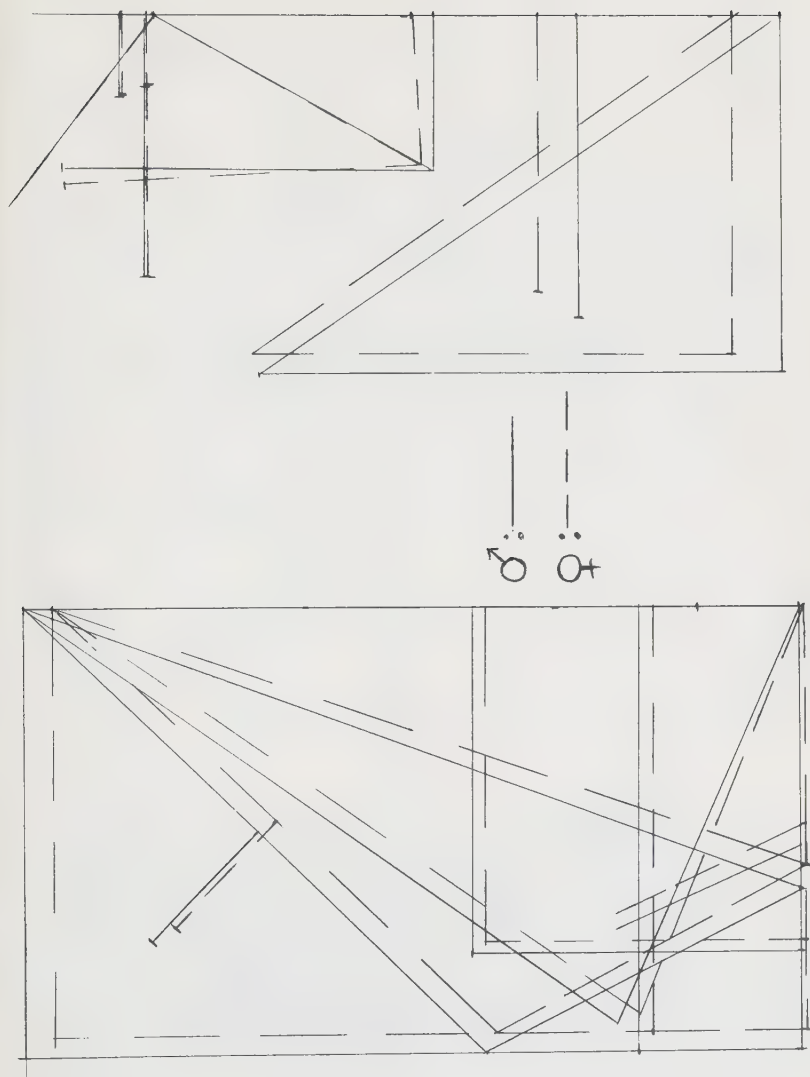


Abb. 57: AG 4 ♂ und ♀

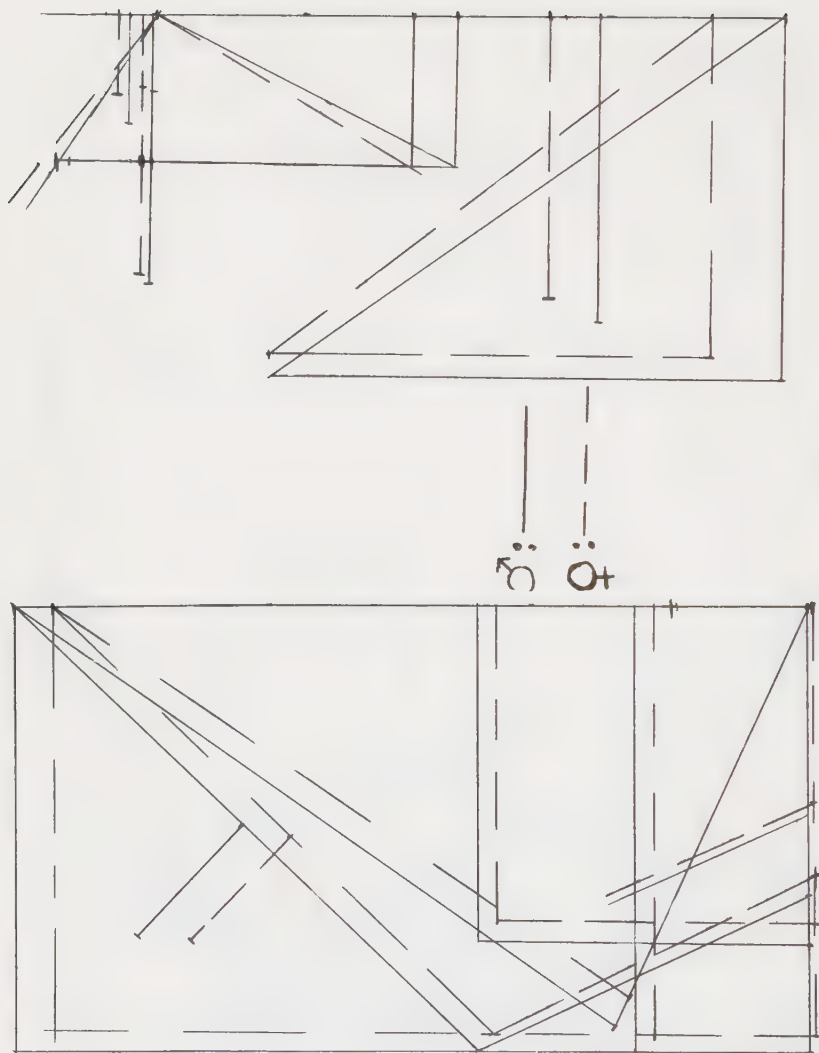


Abb. 58: AG 5 ♂ und ♀

D. DISKUSSION

Im Gegensatz zu den zahlreichen Autoren, die sich nur mit Maßen am seitlichen Röntgenbild des Schädels besonders der Sellagegend befaßten, gibt es nur ganz wenige, die auch Maße an Bildern im sagittalen Strahlengang betrachtet haben. Diese Autoren wie W. BERGERHOFF, W. BERGERHOFF - W. HÖBLER, E.M. DÜRR, F. SCHMID - J. FILTHUTH und H. SCHMIDT - E. FISCHER wählten in ihren Arbeiten entweder andere Bezugspunkte oder andere Alterseinteilungen, bzw. pathologisch verändertes Gut. Trotzdem wird versucht, auf die Ergebnisse dieser Autoren einzugehen.

Als punctum fixum wird der für den Hirn- und Gesichtsschädel gemeinsame Crista galli-Punkt gewählt.

I. HIRNSCHÄDEL

a) Kalotte

Die Veränderungen des Schädeldaches verlaufen bei beiden Geschlechtern mit der Ausnahme der Parietalwölbung grundsätzlich gleichartig. Das Hauptmaß in der Vertikalen, die Kalottenhöhe S-C (Tab. 1, Abb. 6), verhält sich zu dem der Horizontalen, der Schädelbreite Br-MB reziprok (Tab. 10 u. Abb. 15), nachdem es in der 2. AG seinen höchsten Wert erreicht hat, d.h. mit anderen Worten, der alternde Schädel nimmt in seiner Höhenausdehnung ab, während er in der Breite bis ins Greisenalter, wenn auch nur noch wenig, zunimmt.

Die Maße für das weibliche Geschlecht sind dabei erwartungsgemäß signifikant kleiner. Diese Entwicklung zeigt sich auch in dem Verhalten des Winkels Br-S-C (Tab. 16, Abb. 21), der zwar geschlechtsunabhängig ist, aber eine Alterszunahme erkennen läßt und damit eine Breitenzunahme bzw. Abflachung des Schädels anzeigt. Das Verhalten der Schläfensekante S-Br (Tab. 12,

Abb. 17) entspricht dieser Tendenz.

Nur die Parietalwölbung Phr-Br/S (Tab. 15, Abb. 20) macht eine Ausnahme. Diese Strecke ist nur geschlechtsabhängig und zeigt bei Frauen und Männern ein unterschiedliches Verhalten (positive Wechselwirkungen). In der 4. und 5. AG differieren die zuvor ungefähr gleich langen Strecken, wobei beim männlichen Geschlechte die Maße ansteigen, während sie beim weiblichen leicht abnehmen. Da jedoch die Schläfensekante eine altersbedingte Längenzunahme zeigt, bedeutet die altersunabhängige Konstanz der Parietalwölbung trotzdem eine Abflachung der seitlichen Kalottenwölbung.

Dagegen verrät der Schläfenbasispunkt Sur, den man wohl als den untersten Punkt der Kalotte und zugleich den äußeren oberen Punkt der Schädelbasis bezeichnen kann, eine ziemliche Konstanz in seiner Lage. Die Schläfenbasissekan-te S-Sur (Tab. 13, Abb. 18) unterliegt nur einem signifikanten Geschlechts-unterschied. Für den dazugehörigen Winkel Sur-S-C (Tab. 17, Abb. 22) liegt zwar eine geringe Altersentwicklung vor, die aber nur hauptsächlich in die Zeit des Heranwachsens hineinfällt. Man kann also die Schläfenbasissekan-te als eine der Konstanten am Hirnschädel bezeichnen.

Zieht man nun noch die Stephanionbreite MSt-Str (Tab. 9, Abb. 14), die ein Maß für die Seitenausdehnung der vorderen Schädelgrube gibt, in Betracht, so zeigt sich, daß diese Strecke praktisch kaum an dem Breitenwachstum teil-nimmt. Im Greisenalter liegt sogar eine Tendenz zum Schmälerwerden der vor-deren Schädelgrube vor.

Ob diese unterschiedliche Entwicklung im Parietal- und Frontalbereich äußerlich sichtbar ist, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden; denn der Breitenpunkt liegt außen und der Stephanionpunkt innen an der Schädelkalotte.

b) Schädelbasis

Den wichtigsten Punkt für die Schädelbasis bildet der Biventerpunkt Vr. Die dazu-gehörige Biventerstrecke Mv-Vr (Tab. 3, Abb. 8) läßt hier, von der normalen Geschlechtsdifferenz abgesehen, ein unterschiedliches Verhalten der Geschlechter erkennen. Die Strecke hat bei den Frauen schon in der 1. AG eine auffallende Konstanz der Werte, während bei den Männern eine Breitenzunahme bis zur 3. AG vorliegt. Involutione Vorgänge sind nicht festzustellen. Dieses Verhalten kommt auch bei Betrachtung des Winkels Vr-S-C (Tab. 18, Abb. 23) zum Vor-schein, wenngleich sich die Winkelwerte nicht signifikant unterscheiden. Nur die zu erwartende Geschlechtsdifferenz ist eindeutig.

Die hintere Schädelgrube ist während der Entwicklungsjahre und im hohen Alter tiefer als in den Jahren der Altersgruppen 2 - 4. Dieses Verhalten zeigt sich nicht nur an der Keilbein-Biventerhöhe C-Mv (Tab. 2, Abb. 7), sondern auch an der Abnahme des Winkels Br-Vr-Lpr (Tab. 20, Abb. 25) und an dessen erneutem Ansteigen in der 5. AG.

Betrachtet man jedoch die gesamte Hirnschädelhöhe an Hand des Höhenlotes Pir-Lpr (Tab. 6, Abb. 11), so zeigt sich, daß auch die hintere Schädelgrube ebenso wie die vordere ihre größte Höhenausdehnung in der 2. AG hat. Doch erfährt sie im Greisenalter erstaunlicherweise nochmals eine geringe Zunahme. Bestätigt wird diese Feststellung durch die Maße der Biventerschräge S-Vr (Tab. 14, Abb. 19).

Da nach unseren Feststellungen die Schläfenbasissekante S-Sur als eine Konstante beim Erwachsenen zu betrachten ist und fast ebenso ihr Winkel Sur-S-C, muß dieses Verhalten der Schädelhöhe auch in dem Winkel Sur-Mv-Vr (Tab. 21, Abb. 26) zum Ausdruck kommen. Das bestätigen die Meßwerte.

Weiterhin wird die Tendenz, an Höhe zu verlieren und an Breite zu gewinnen, am Stephanionlot Str-Fpr (Tab. 8, Abb. 13) und an dem Winkel S-Br-Vr (Tab. 19, Abb. 24) deutlich.

Besonders klar ist das Verhalten der Schädelbasis am Pyramidenachsenwinkel (Tab. 23, Abb. 28) zu verfolgen. Er steigt bis zur AG 3 an, was einer Hebung der Basisperipherie entspricht. Dann fällt er wieder ab, was einer Senkung gleichkommt. Dieses Verhalten kann doch genau so eine Hebung bzw. Senkung des Zentrums bedeuten. Das weibliche Geschlecht zeigt in der 1. AG ein abweichendes Verhalten, indem die Frauen einen größeren Ausgangswinkel haben als die Männer und erst in den nächsten Altersgruppen mit ihren Werten unter denen des männlichen Geschlechtes zurückbleiben.

c) Vergleich mit Ergebnissen anderer Autoren

Da W. BERGERHOFF bei seinen Untersuchungen andere Meßpunkte und Gruppierungen wählte, als wir es taten, lassen sich die Meßergebnisse nicht direkt vergleichen. In seiner Arbeit von 1952 hat BERGERHOFF sein Material nur in unter und über Zwanzigjährige und nach Geschlechtern unterteilt. Er kommt zu folgendem Ergebnis:

- 1.) Bei über Zwanzigjährigen zeigt der Höhenwinkel γ keine Geschlechtsdifferenz.
- 2.) Bei über zwanzigjährigen Männern sind die Streckenmaße größer als bei Frauen.

3.) Die Gehirnschädelform ist beim männlichen und weiblichen Geschlecht grundsätzlich gleich.

ad 1.) Den Höhenwinkel γ BERGERHOFFs maßen wir nicht. Doch da er mit der Mittellinie ein nahezu rechtwinkliges Dreieck bildet, was bei unserem Dreieck Mv-S-Vr ebenso der Fall ist, und BERGERHOFFs Punkt I sehr unserem Punkte Vr benachbart liegt, läßt sich ein Vergleich zwischen dem Höhenwinkel γ und unserem Winkel Vr-S-C anstellen. Wir können bei unserem Winkel Vr-S-C zwar keine Altersentwicklung, doch im Gegensatz zu BERGERHOFF eine Geschlechtsabhängigkeit feststellen.

ad 2.) Dieser Feststellung können wir zustimmen. Doch zeigen unsere Maße schon bei unter Zwanzigjährigen im allgemeinen größere Werte bei den männlichen als bei den weiblichen Schädeln.

ad 3.) Hier können wir ebenfalls zustimmen, außer bei den ganz wenigen Ausnahmen, bei denen die Varianzanalyse Wechselwirkungen ergibt. Sie sind unter a) und b) besprochen.

In einer Arbeit von 1953 befaßten sich W. BERGERHOFF - W. HÖBLER noch genauer mit Schädeln von Kindern und Jugendlichen. Ihre Ergebnisse sind:

- 1.) Bei 11 - 16jährigen Jungen u. Mädchen sind die Höhenwinkel γ fast gleich.
- 2.) Die Mittelwerte der Strecken eilen bei 11 - 16jährigen Mädchen denen der Jungen etwas voraus.
- 3.) Das Breitenwachstum ist nach 12 - 15 Jahren occipital nur noch gering. Der Höhenwinkel γ ist dafür ein Maß.

ad 1.) Siehe dazu die Erläuterung ad 1.) im vorigen Abschnitt.

ad 2.) Dies tritt bei uns nur bei den Strecken Phr-Br/S, Pmr-Lpr und Mv-Vr in der AG 1 auf. Bei der Mehrzahl der Strecken sind auch schon in AG 1 deutlich größere Mittelwerte der Streckenmaße für das männliche Geschlecht vorhanden.

ad 3.) Diese Feststellung können wir bestätigen.

In einer 1953 veröffentlichten Arbeit befaßt sich BERGERHOFF nochmals ausführlicher mit dem Wachstum am Schädel. Seine Ergebnisse sind:

- 1.) Der Höhenwinkel γ nimmt vom Säuglingsalter mit 71.74° bis auf 68° bei über 20jährigen ab. Dies bedeutet eine relative und absolute Breitenzunahme am occipitalen Schädel.
- 2.) Die Höhenstrecke K-L nimmt von 144 mm bei 12 - 19jährigen solange zu, bis sie bei 20 - 49jährigen einen Wert von 154 mm bei Männern und 148 mm bei Frauen erreicht. Sie sinkt bei über 50jährigen Männern auf 152,3 ab.
- 3.) Die Breitenstrecke M-N nimmt von 167 mm bei 12 - 15jährigen auf 168,2 mm bei über 50jährigen zu.

- 4.) Der kleine Spitzenwinkel H-K-I nimmt von 40° bei 11 - 15jährigen über 42° bei 16 - 19jährigen auf 44° bei über 20jährigen zu.
- 5.) Der große Spitzenwinkel M-K-N erreicht Werte von 92° bei 3 - 15jährigen und 96° bei 16 - 19jährigen. Diesen Winkel von 96° behalten die über 20jährigen Männer bei, während die Frauen einen Wert von 94° haben.
- 6.) Der Breitenwinkel K-N-I hat bei 15 - 19jährigen 114° und bei über 20jährigen Männern 115° , während die Frauen wegen ihres etwas schmaleren Schädels einen Wert von 119° zeigen.
- 7.) Der Grundwinkel M-H-I zeigt fallende Werte von 111° bei 12 - 15jährigen, 108° bei 16 - 19jährigen und 107° bei männlichen bzw. 104° bei weiblichen Erwachsenen.

ad 1.) Siehe dazu die Erläuterungen ad 1.) bei der Besprechung der zuvor abgehandelten Veröffentlichungen.

ad. 2) Die Höhenstrecke BERGERHOFFs würde bei unseren Messungen ungefähr dem Höhenlot Pir-Lpr entsprechen. Wir haben dabei im Gegensatz zu BERGERHOFF schon eine Reduktion der Strecke bei den 20 - 50jährigen festgestellt.

ad. 3) Die halbe Breitenstrecke M-N BERGERHOFFs entspricht auch nur annäherungsweise unserem Schädelbreitenmaß, weil wir unsere Strecke nicht einfach wie BERGERHOFF durchzogen, sondern stets das Lot auf die Kalottenhöhe fällten. Die Zunahme dieser Breitenstrecke M-N können wir durch unsere Messungen bestätigen. Doch ist diese Tendenz bei uns viel stärker ausgeprägt.

ad 4.) Unser Winkel Vr-S-C würde annähernd dem halben kleinen Spitzwinkel BERGERHOFFs entsprechen. Er zeigt bei uns kaum eine Altersentwicklung, wohingegen wir eine Geschlechtsdifferenz feststellen konnten.

ad 5.) Der große Spitzenwinkel M-K-N entspricht ungefähr unserem doppelten Winkel Br-S-C. Die Ergebnisse BERGERHOFFs können wir hier bestätigen.

ad 6.) Der Breitenwinkel, der unserem Winkel S-Br-Vr ähnlich ist, zeigt bei uns ein anderes Verhalten. Er wird eher kleiner als größer. Außerdem haben die Frauen kleinere Winkelwerte als die Männer.

ad 7.) Unseren Winkel Br-Vr-Lpr kann man annäherungsweise als Ergänzungswinkel zu BERGERHOFFs Grundwinkel M-H-I betrachten. BERGERHOFF stellt bei sich mit steigendem Alter fallende Winkelwerte fest. Unsere Beobachtungen ergeben jedoch bei dem Komplementärwinkel kleiner werdende Winkelmaße. Damit also stehen wir im Gegensatz zu BERGERHOFFs Beobachtungen.

E.M. DÜRR (1963) gab am Hirnschädel nur ein Maß für die hintere Stirngrubenbreite an, deren Bezugspunkt doch nicht unbedingt mit unserem Stephanionpunkt zusammenfällt. Außerdem errechnete DÜRR nur einen einzelnen Mittelwert für alle betrachteten Schädel, so daß eine Entwicklung sowieso nicht zu verfolgen ist.

H. SCHMIDT und E. FISCHER (1960) gaben bei ihrer Betrachtung über den Pyramidenachsenwinkel auch keine Werte von Normalschädeln nach Alter und Geschlecht gegliedert an, so daß auch hier keine Vergleiche mit unseren Ergebnissen vorgenommen werden können.

F. SCHMID - J. FILTHUTH (1961) führen mit ihrer Strecke VII den biparietalen Durchmesser, dessen Meßpunkt mit unserem Breitenpunkt Br identisch ist, an. Unsere Schädelbreite entspricht ungefähr dem halben biparietalen Durchmesser von SCHMID - FILTHUTH. Sie geben folgende Maße an:

11 1/2 - 12 1/2jährige	16,1 ± 0,8 cm
12 1/2 - 13 1/2jährige	16,4 ± 0,7 cm
13 1/2 - 14 1/2jährige	16,6 ± 0,9 cm

Sie weisen damit schon innerhalb unserer 1. AG die Tendenz zum Breitenwachstum des Schädels nach, die wir auch für die weiteren Altersgruppen beweisen konnten.

II. GESICHTSSCHÄDEL

a) Obergesicht

Das Obergesicht erfährt im Gegensatz zur Schädelbreite der Kalotte eine umgekehrte Entwicklung. Die Maxillarbreite Mxr-Mmx (Tab. 28, Abb. 33) wird, nachdem sie in der 2. AG ihre größte Ausdehnung hatte, mit zunehmenden Alter geringer. Diese Entwicklung ist bei beiden Geschlechtern prinzipiell die gleiche. Weiter verstärkt wird diese Tendenz durch die Wachstumsveränderungen der medianen Obergesichtshöhe C-Mmx (Tab. 26, Abb. 31). Diese zeigt doch außer der üblichen Geschlechtsdifferenz ein unterschiedliches Verhalten bei den Geschlechtern. Bei den Männern nimmt diese Strecke C-Mmx besonders von der 1. zur 2. AG und dann nochmals von der 4. zur 5. AG absolut beträchtlich zu. Bei den Frauen bleibt diese Größe viel mehr konstanter. Sie sinkt in den mittleren Altersgruppen, die den geschlechtsreifen Jahren entsprechen, sogar etwas ab.

Dieses Verhalten wird noch durch die Werte des Winkels Mxr-C-Mmx (Tab. 32, Abb. 37) bestätigt.

b) Mandibula

Auffallenderweise ergibt die Varianzanalyse bei allen Maßen am Unterkiefer positive Wechselwirkungen. Dies weist auf grundsätzliche Unterschiede in dem Wachstumsverhalten der beiden Geschlechter hin.

Die Maße für die Gesichtshöhe C-Gn (Tab. 25, Abb. 30) und die anguläre Gesichtshöhe C-Mmd (Tab. 27, Abb. 32) sind sehr durch die Kieferstellung zum Zeitpunkt der Aufnahme beeinflussbar, was auch in der vorliegenden großen Streubreite zum Ausdruck kommt. Dennoch ergibt die Varianzanalyse hoch signifikante Unterschiede. Beim Manne liegt für diese beiden Strecken ein Wachstum vor, das bis ins Greisenalter reicht. Die Frau zeigt dagegen in den AG 2 - 4 eine ziemliche Konstanz der Werte, um in der 5. AG einen noch niedrigeren Wert als ursprünglich in der 1. AG zu erreichen. Die anguläre Gesichtshöhe zeigt auch bei der Frau ein mäßiges Wachstum bis zum Greisenalter.

Die Strecken, die nur auf den Unterkiefer bezogen sind, zeigen in der 1. AG für beide Geschlechter noch sehr ähnliche Werte. Erst ab der 2. AG bilden sich dann die Geschlechtsunterschiede deutlich heraus. Durch diesen Sprung zur Geschlechtsdifferenzierung sind wohl die positiven Wechselwirkungen zu erklären.

Die Mandibularhöhe Par-Bpr (Tab. 30, Abb. 35) zeigt bei den Frauen eine beträchtliche Involution in Greisenalter, die bei den männlichen Unterkiefern nur gering ausgeprägt ist.

Dagegen nehmen die Mandibularbreite Mdr-Mmd (Tab. 29, Abb. 34) und die Kiefergelenksbreite Bpr-Gn (Tab. 31, Abb. 36) bei beiden Geschlechtern bis ins Greisenalter ständig zu. Die Änderungen des Winkels Par-Gn-C (Tab. 33, Abb. 38) im Sinne einer allmählichen Zunahme bestätigen die Feststellung einer Breitenentwicklung des Unterkiefers.

c) Orbitagegend

Die Orbita rückt mit zunehmendem Alter bei beiden Geschlechtern nach außen. Dabei nimmt nicht nur die Augengesichtsbreite Or-Mo (Tab. 35, Abb. 40),

sondern auch die Interorbitalbreite Sbr-Mo (Tab. 36, Abb. 41) etwas an Größe zu. Erwartungsgemäß haben die Frauen signifikant kleinere Werte als die Männer. Die Ethmoidalbreite Er-Mo (Tab. 34, Abb. 39), welche im hinteren Teil der Orbita die Ausdehnung der Siebbeinzellen anzeigt, läßt ebenfalls eine Breitenzunahme erkennen.

Die rechte Obergesichtshöhe Dpr-Mxr (Tab. 37, Abb. 42) behält nach einem Größerwerden von der 1. zur 2. AG bis zur 4. AG einen ziemlich konstanten Wert. Im Greisenalter steigt sie erneut an. Dieser Anstieg ist jedoch nur teilweise einer Höhenzunahme der oberen Orbitalhöhe Dpr-Or/Mo (Tab. 38, Abb. 43) zuzuschreiben. Die Alterszunahme ist nämlich wesentlich geringer als bei der rechten Obergesichtshöhe. Außerdem fallen bei der oberen Orbitalhöhe die Geschlechtsunterschiede weg. Es liegt aber trotzdem kein ganz konkordantes Verhalten bezüglich der Geschlechter vor, was die schwach positiven Wechselwirkungen ausdrücken.

Der Orbitadachwinkel (Tab. 39, Abb. 44) wird bei beiden Geschlechtern von der 1. zur 2. AG kleiner, wobei die Männer die geringeren Werte besitzen. In der 3. und 4. AG steigen die Winkelwerte. Sie sind beim männlichen und beim weiblichen Geschlecht etwa gleich groß. In der 5. AG dagegen differieren die Werte beträchtlich. Bei den Männern erhöht sich der Winkelwert weiter, während er bei den Frauen abfällt.

Die Geschlechtsunabhängigkeit ist hier also nur eine scheinbare, was durch die stark positiven Wechselwirkungen offenkundig wird. Das Verhalten des Orbitadachwinkels bringt gleichzeitig die Veränderungen im Breiten- und Höhenwachstum der Orbita zum Ausdruck.

Der Keilbeinflügelwinkel (Tab. 40, Abb. 45) ergibt dagegen bei beiden Geschlechtern viel konstantere Werte als der Orbitadachwinkel. Er scheint sich mit zunehmendem Alter nicht wesentlich zu ändern. Die Unterschiede in der 4. und 5. AG könnten möglicherweise dadurch bedingt sein, daß das für diesen Winkel vorliegende Zahlenmaterial zu gering ist.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand von Abmessungen bei 715 Röntgenaufnahmen im sagittalen Strahlengang wird versucht, die Wachstumsänderungen des Schädels ab 12 Jahren bis ins Greisenalter zu verfolgen. Die dazu verwendeten Meßpunkte, Strecken und Winkel werden eingehend diskutiert. Die statistisch-mathematisch ausgewerteten Meßergebnisse sind in Tabellen zusammengefaßt und in Kurven sowie in Schädelschemata graphisch dargestellt. Es wird versucht, die Ergebnisse mit denen anderer Autoren zu vergleichen, obgleich die Meßstrecken und Winkel nicht identisch sind.

Es ergibt sich:

- 1.) Die Strecken weisen alle bis auf die obere Orbitalhöhe eine signifikante ($P \leq 0,05$) Geschlechtsdifferenz auf.
- 2.) Die Winkel sind nur zum Teil geschlechtsunabhängig.
- 3.) Bei wenigen Strecken und Winkeln des Hirnschädels und bei fast allen des Gesichtsschädels liegen bei den beiden Geschlechtern unterschiedliche Entwicklungstendenzen (positive Wechselwirkungen) vor.
- 4.) Die Kalottenhöhe nimmt bei über 20jährigen bis ins Greisenalter ab, während die Schädelbreite zunimmt.
- 5.) Der Schläfenbasispunkt und die zugehörige Schläfenbasissekante können als Konstante des Hirnschädels betrachtet werden.
- 6.) Die Breitenausdehnung der Schädelbasis ist bei den Frauen ziemlich konstant, während sie bei den Männern erst zwischen 21 und 50 Jahren ihre größten Werte erreicht.
- 7.) Die hintere Schädelgrube hat im Greisenalter ihre größte Tiefe.
- 8.) Die gesamte Hirnschädelhöhe besitzt ihre größte Ausdehnung zwischen 16 und 20 Jahren.
- 9.) Die Basisperipherie sinkt, nachdem sie zuvor eine Hebung erfuhr, ab dem 50. Lebensjahr deutlich ab.
- 10.) Das Obergesicht wird, nachdem es mit 16 - 20 Jahren seine größte Breitenausdehnung erfuhr, mit zunehmenden Alter schmaler.
- 11.) Der Unterkiefer nimmt mit dem Alter an Breite zu.
- 12.) Mit zunehmenden Alter rückt die Orbita zur Seite hin, was mit einer gleichzeitigen Vergrößerung der Interorbitalbreite und der Siebbeinzellen verbunden ist.

LITERATURVERZEICHNIS

- Bergerhoff, W.: Messungen von Winkeln und Strecken an Röntgenbildern des Schädels. Fortschr. a.d. Gebiet d. Röntgenstr. 77.62-73, 1952
- Bergerhoff, W.: Wachstum und Bauplan des Schädels im Röntgenbild. Fortschr. a.d. Gebiet d. Röntgenstr. 79.745-760, 1953
- Bergerhoff, W. und Höbner, W.: Messungen von Winkeln und Strecken am Röntgenbild des Schädels von Kindern und Jugendlichen. Fortschr. a.d. Gebiet d. Röntgenstr. 78.190-195, 1953
- Braun, D.: Die Kompression im frontalen Fernröntgenbild. Med. Diss. Tübingen 1966
- DÜRR, E.M.: Röntgenologisch-kraniometrische Ergebnisse bei frontaler Dysplasie. Zeitschr. f. menschl. Vererbungs- und Konstitutionslehre. 37. Heft 1.45-59, 1963
- Fischer, E.: Die Lagebeziehung der tiefen Hirnnerven zur Form des Schädels (mit Berücksichtigung der Verlagerung durch raumfordernde intracranielle Prozesse). Habilitationsschrift, Tübingen 1963.
Auszüge dieser Arbeit sind bisher unter folgenden Titeln erschienen:
1. Radiologisch-kraniometrische Untersuchungen zur Frage der Geschlechtsunterschiede am Erwachsenenschädel. - Fortschritte Röntgenstr. 106 (1967) 145 - 148
 2. Röntgenologische Untersuchungen zur Lageabhängigkeit der tiefen Hirnnerven, insbesondere des Angulus venosus von der Form des Schädels. - Acta Neurochirurgica 14 (1966) 25 - 52

- Fischer, E.: 3. Eine neue Methode zur Lokalisation des Angulus
venosus der tiefen Hirnnerven unter Berücksichti-
gung der Form des Schädels. - Acta Neurochirur-
gica 14 (1966) 53 - 68
- Freiesleben, H.: Über gewisse Regelmäßigkeiten im Wachstum des
menschlichen Schädels. (Eine röntgenologisch-
statistische Studie). Med. Diss. Tübingen. Im Druck.
- Laux, D.: Über einige Geschlechtsdifferenzen am menschlichen
Schädel. (Röntgenbilder im seitlichen Strahlengang).
Med. Diss. Tübingen. Im Druck.
- Laux, U.: Über physiologische Veränderungen im Schädelbau
des Menschen nach dem 13. Lebensjahr. (Messungen
an Röntgenbildern im seitlichen Strahlengang).
Med. Diss. Tübingen. Im Druck.
- Lehmann, C.: Med. Diss., im Druck.
- Lutz, A.: Über das Wachstum des Schädels (nach Messungen an
Röntgenaufnahmen im seitlichen Strahlengang).
Med. Diss. Tübingen 1965.
- Martin, R. und
Saller, K.: Lehrbuch der Anthropologie. Gustav Fischer-Verlag,
Stuttgart. Bd. I 1957
- Schmid, F. und
Filthuth, J.: a) Grundlage einer radiologischen Schädelmetrik
b) zur Biologie des Schädelwachstums
c) angewandte Schädelmetrik
Monatsschr. Kinderheilk. 109.293-302, 1961
- Schmidt, H. und
Fischer, E.: Röntgenologische Untersuchungen über die normale
und gehemmte Senkung der Schädelbasis zur
Peripherie. Zeitschr. menschl. Vererb.- u.
Konstitutionslehre 35.377-391, 1960
- Schmidt, H. und
Fischer, E.: Die okzipitale Dysplasie. Georg Thieme Verlag,
Stuttgart 1960
- Weiss, K.: Med. Diss., im Druck.
- Ziegler, D.: Med. Diss., im Druck.

Lebenslauf

Am 2. Dezember 1940 wurde ich, Karl-Ludwig Eckstein, als Sohn des Oberregierungsrates Dr. Ludwig Eckstein und seiner Ehefrau Hedwig, geb. Bohn in Nürnberg geboren.

Ab 1942 wohnte ich in Löwenstein.

Dort besuchte ich

- | | |
|-------------|---|
| 1947 - 1952 | die Grundschule, |
| 1952 - 1958 | das Progymnasium in Weinsberg
und bestand |
| 1961 | am Robert-Meyer-Gymnasium in Heilbronn mein Abitur. |

Ab Sommersemester

- | | |
|------|--|
| 1961 | studierte ich in Tübingen Medizin.
Im Frühjahr |
| 1962 | bestand ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung und
im Herbst |
| 1963 | die ärztliche Vorprüfung. |

Nach einem klinischen Semester in Hamburg im Sommer

- | | |
|------|---|
| 1964 | schloß ich mein Studium am 3. Februar |
| 1967 | mit dem medizinischen Staatsexamen an der Universität
Tübingen ab. |

